Portaria n.º 417, de 22 de novembro de 2007.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas no § 3º do artigo 4º da Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, no inciso I do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental da Autarquia, aprovada pelo Decreto n° 5.842, de 13 de julho de 2006;

Considerando a alínea *f* do subitem 4.2 do Termo de Referência do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, aprovado pela Resolução Conmetro n.º 04, de 02 de dezembro de 2002, que atribui ao Inmetro a competência para estabelecer as diretrizes e critérios para a atividade de avaliação da conformidade;

Considerando a necessidade de atualização do Programa de Avaliação da Conformidade para componentes do sistema para gás natural veicular, resolve baixar as seguintes disposições:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico da Qualidade de Componentes para Instalação do Sistema para Gás Natural Veicular, disponibilizado no sitio *www.inmetro.gov.br* ou no endereço abaixo:

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro
Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade – Dipac
Rua Santa Alexandrina n.º 416 - 8º andar – Rio Comprido
20261-232 Rio de Janeiro/RJ

Art. 2º Cientificar que a Consulta Pública que originou o Regulamento ora aprovado foi divulgada pela da Portaria Inmetro n.º 118, de 30 de março de 2007.

Art. 3º Determinar que, 12 (doze) meses após a publicação desta Portaria, deverá ser revogada a Portaria Inmetro n.º 170, de 28 de agosto de 2002.

Art. 4º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA

REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DE COMPONENTES PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA PARA GÁS NATURAL VEÍCULAR

1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos de segurança para fabricação de Componentes para Instalação do Sistema para Gás Natural Veicular, utilizados a bordo de veículos rodoviários automotores.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NBR 11353-1:1999	Veículos rodoviários – Instalação de gás metano veicular (GMV) – Requisitos de segurança
NBR 11749:1992	Válvulas de Cilindros para gases e acessórios
NBR 8476:1984	Tubo de Aço de Precisão, Sem Costura - Especificação.
NBR 5426:1985	Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos – Procedimento
DIN 1630:1984	High Performance Seamless Circular Unalloyed Steel Tubes – Technical Delivery Conditions
DIN 2391:1988	Parts 1 and 2 – Seamless Precision Steel Tubes
NBR ISO 14469:2004	Road vehicles -- Compressed natural gas (CNG) refuelling connector -- Part 1: 20 MPa (200 bar) connector.
NBR ISO 15500-1:2000	Road vehicles - Compressed natural gas (CNG) fuel system components - Part 1: General requirements and definitions
NBR ISO 15500-2:2001	Road Vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 2: Performance and general test methods.
NBR ISO 15500-6:2001	Road Vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 5: Automatic valve.
NBR ISO 15500-8:2001	Road Vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 8: Pressure indicator.
NBR ISO 15500-9:2001	Road Vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 9: Pressure Regulator.
NBR ISO 15500-12:2001	Road Vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 12: Pressure relief valve (PRV)
NBR ISO 15500-13:2001	Road vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Pressure relief device (PRD)
NBR ISO 15500-15:2001	Road vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 15: Gas-tight housing and ventilation
NBR ISO 15500-16:2001	Road vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 16: Rigid fuel line
NBR ISO 15500-17:2001	Road vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 17: Flexible Fuel Line.
NBR ISO 15500-19:2001	Road vehicles – Compressed natural gas (CNG) fuel system components – Part 19: Fittings
NBR ISO 188:1998	Rubbe vulcanized or thermoplastic accelerated ageing and hiat resistance tests
NBR ISO 9227:1990	Corrosion tests in artificial atmostheres – Salt spray tests
CGA S.1.1: 2005	Pressure relief device standards Part 1 – Cylinders for compressed gases
ASTM A-36:1997	Standard specification for carbon structural steel

3 SIGLAS

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
GNV	Gás Natural Veicular
PBT	Peso Bruto Total

4 DEFINIÇÕES

4.1 Terminal de abastecimento
Componente da Estação do Posto de Abastecimento com a finalidade de permitir o enchimento do cilindro instalado no veículo rodoviário automotor com GNV.

4.2 Pressão nominal
Pressão manométrica utilizada para o dimensionamento de componentes do sistema de instalação de GNV.

4.3 Pressão de ensaio
Pressão manométrica que deve ser aplicada nos ensaios para verificação da resistência dos componentes do sistema de instalação de GNV.

4.4 Pressão de ajuste
Pressão na qual a Válvula de Alívio de Pressão deve ser regulada para início de abertura.

4.5 Pressão de regime
Pressão na qual a Válvula de Alívio de Pressão deve estar totalmente aberta.

4.6 Pressão de fechamento
Pressão na qual a Válvula de Alívio de Pressão deve estar totalmente fechada.

4.7 Baixa pressão
Pressão manométrica inferior ou igual a 1,0 MPa.

4.8 Alta pressão
Pressão manométrica superior a 1,0 MPa.

4.9 Pressão de serviço
Pressão manométrica fixada em 20,0 MPa.

4.10 Pressão máxima de abastecimento
Pressão manométrica regulada a 22,0 MPa.

4.11 Temperatura ambiente
Temperatura igual a $20^{o}C \pm 5^{o}C$

4.12 Sistema de instalação de GNV
Conjunto de componentes destinados aos veículos rodoviários automotores, para fins de utilização do gás natural como combustível.

4.13 Cilindro de GNV
Reservatório destinado ao armazenamento de gás natural veicular.

4.14 Válvula do cilindro de GNV

Componente a ser montado no cilindro para permitir a condução do GNV à linha de consumo e é constituída por: válvula de excesso de fluxo, válvula de alívio de pressão ou dispositivo de alívio de pressão, dispositivo de acionamento manual e de suas respectivas conexões.

4.15 Válvula de alívio de pressão
Dispositivo de segurança de atuação dinâmica que permite o ajuste para abertura e fechamento, incorporado à Válvula do Cilindro. Possui mecanismo de ajuste que permite a descarga de GNV proveniente do cilindro, no intervalo das pressões estabelecidas.

4.16 Dispositivo estático de alívio de pressão
Dispositivo de segurança incorporado à Válvula do Cilindro, constituído de tampão fundível e disco de ruptura, de atuação estática que não permite ajuste de abertura e fechamento, cuja ação se dá pelo efeito simultâneo da elevação da temperatura e pressão.

4.16.1 Disco de ruptura
Disco metálico que bloqueia o canal de alívio da Válvula do Cilindro. Atua através de seu rompimento, quando submetido à determinada faixa de pressão.

4.16.2 Tampão fundível
Componente constituído de uma liga fundível a temperaturas entre 74º C e 103º C para permitir a desobstrução do canal de alivio da Válvula do Cilindro.

4.17 Válvula de excesso de fluxo
Dispositivo de segurança de acionamento automático incorporado à Válvula do Cilindro que restringe a descarga de GNV proveniente do cilindro, quando da ruptura de qualquer componente da Linha de Alta Pressão.

4.18 Dispositivo de acionamento manual
Dispositivo de acionamento manual incorporado à Válvula do Cilindro destinado a interromper totalmente o fluxo de GNV proveniente do cilindro para a Linha de Alta Pressão.

4.19 Dispositivo de acionamento automático
Dispositivo de segurança de acionamento automático incorporado à Válvula do Cilindro ou à Linha de Alta Pressão ou ao Redutor de Pressão, com a função de interromper o fluxo de GNV.

4.20 Tubo de alta pressão
Componente destinado a conduzir o GNV da válvula de abastecimento ao cilindro e do cilindro ao Redutor de Pressão.

4.21 Linha de baixa pressão
Conjunto de componentes constituído de tubo de baixa pressão, conexões e elementos de fixação, destinado a conduzir o GNV em baixa pressão do Redutor de Pressão ao Misturador ou Injetor.

4.21.1 Tubo de baixa pressão
Componente Flexível destinado a conduzir o GNV do Redutor de Pressão ao Misturador ou Injetor.

4.21.2 Conexões de baixa pressão
Componentes com a finalidade de, juntamente com o tubo de baixa pressão, interligar o Redutor de Pressão ao Misturador ou Injetor.

4.21.3 Elementos de fixação dos componentes
Elementos utilizados para a fixação dos componentes do sistema de instalação de GNV.

4.22 Redutor de pressão
Componente destinado a reduzir a pressão do GNV, para aquela necessária ao desempenho do motor do veículo rodoviário automotor.

4.23 Estágio
Compartimento ou Câmara do Redutor de Pressão onde a pressão é reduzida em relação à pressão de alimentação ou à pressão de um compartimento ou câmara imediatamente anterior no sentido do fluxo.

4.24 Sistema de Ventilação
Conjunto de componentes com a finalidade de direcionar vazamentos de GNV provenientes da Válvula do Cilindro e/ou de suas conexões, para a atmosfera.

4.24.1 Invólucro
Componente do Sistema de Ventilação que envolve a Válvula do Cilindro e o tubo de Alta Pressão.

4.24.2 Dutos flexíveis
Componentes do Sistema de Ventilação conectados ao Invólucro e envolvendo o tubo de alta pressão interligado à Válvula de Cilindro.

4.24.3 flanges
Componentes do Sistema de Ventilação fixados à carroçaria do veículo, interligados aos dutos flexíveis.

4.24.4 Elementos de fixação de sistema de ventilação
Componentes do Sistema de Ventilação com a finalidade de fixar os componentes deste sistema e promover a estanqueidade do conjunto.

4.25 Indicador de Pressão
Instrumento destinado a indicar de forma direta a pressão do GNV proveniente do cilindro. A concepção de construção pode ser do tipo Sensor Bourdon, Transdutor de Pressão, entre outros.

4.26 Válvula de abastecimento
Componente cuja função é permitir o abastecimento de GNV no cilindro.

4.27 Válvula de fechamento rápido
Componente destinado a interromper o fluxo de GNV para o Redutor de Pressão em situações de emergência ou manutenção.

4.28 Adaptador de abastecimento
Dispositivo cuja função é permitir o acoplamento do terminal de abastecimento com válvulas de abastecimento que não atendem a regulamentação técnica brasileira.

4.29 Lote de fabricação
Grupo de não mais de 5.000 unidades fabricadas mais a quantidade a ser destruída, produzidas em série, oriundas do mesmo material (composição química), projeto, processo e equipamentos de fabricação.

4.30 Suporte de cilindro de GNV
Estrutura de fixação e sustentação do cilindro de GNV, constituído de cintas abraçadeiras, cintas ou batentes limitadores, berços e travessas.

4.30.1 Cintas abraçadeiras
Elementos que envolvem o cilindro de GNV com o objetivo de fixá-lo ao berço.

4.30.2 Cintas ou batentes limitadores
Elementos destinados a evitar o deslocamento do cilindro de GNV no sentido transversal ou longitudinal, respectivamente ao veículo rodoviário automotor.

4.30.3 Berços
Elementos de forma côncava destinados a acomodar o cilindro propiciando uma maior área de contato entre o cilindro de GNV e o suporte, com o comprimento de superfície (arco) correspondente à metade da circunferência do cilindro de GNV.

4.30.4 Travessas
Elementos destinados a fixar os berços e as abraçadeiras ao veículo rodoviário automotor.

4.30.5 Elemento de proteção
Elemento de borracha sintética ou equivalente, disposta entre a superfície dos Berço de Apoio e a superfície do cilindro apoiada nos Berço e entre a superfície das abraçadeiras e do cilindro.
Componentes do suporte destinados a evitar deslocamentos longitudinais do cilindro em relação à Base de Apoio do Suporte.

4.30.6 Elementos de fixação
Componentes com a finalidade de fixar os componentes do conjunto do Suporte do Cilindro, exceto aqueles vinculados através de processo de soldagem e fixar o conjunto do Suporte do Cilindro à estrutura do veículo, conforme os requisitos do ANEXO G deste Regulamento Técnico.

5 ANEXOS

Os componentes que devem atender a este regulamento estão relacionados por anexo e de acordo com o quadro abaixo:

Anexo A	Válvula de Cilindro e suas Conexões
Anexo B	Válvula de Abastecimento e Válvula de Fechamento Rápido e suas Conexões
Anexo C	Tubo de Alta Pressão
Anexo D	Indicador de Pressão e suas Conexões
Anexo E	Duto de Baixa Pressão e suas Conexões e Elementos de Fixação
Anexo F	Redutor de Pressão e suas Conexões
Anexo G	Suporte de Cilindro
Anexo H	Sistema de Ventilação

ANEXO A – VÁLVULA DE CILINDRO E SUAS CONEXÕES
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.1 A válvula de Cilindro deve ser especificada quanto às exigências de segurança e resistência ao funcionamento.

1.2 A rosca da válvula deve atender aos requisitos estabelecidos nas normas ISO 10920 para roscas cônicas ou ISO 15245-1 para roscas paralelas.

1.3 O fornecimento das conexões é de responsabilidade do fabricante da Válvula de Cilindro e devem atender os requisitos para o Tubo de Alta Pressão definidos no Anexo C deste regulamento.

1.4 Para Válvulas de Cilindros manufaturadas com materiais não forjados a quente, o fabricante deve apresentar documentos comprobatórios com no mínimo as seguintes informações:

1.4.1 Registros de Corrida do Material utilizado na fabricação (Laudo ou Relatório de Análise);

1.4.2 Registros de Isenção de Tensões Residuais (Laudo ou Relatório de Análise).

1.5 O fabricante deve apresentar o memorial descritivo contendo no mínimo as seguintes informações:

a) Pressão de Serviço;
b) Pressão de Atuação e Vazão dos Dispositivos de Segurança incorporados;
c) Instruções de Aplicação, Montagem, Operação e Manutenção.
d) Identificação do tipo “Ventilada” ou “Não Ventilada”

1.6 Válvula de Alívio de Pressão

1.6.1 Aplicáveis em Cilindros manufaturados em Aço

Deve ser projetada para permitir uma vazão mínima de 0,20 m^3/minuto e regulada conforme os requisitos da NBR 11353.

1.6.2 Aplicáveis em Cilindros manufaturados com outros materiais

Para cilindros manufaturados com outros materiais, a vazão mínima da Válvula de Alívio de Pressão deve ser especificada conforme parâmetros definidos pelo fabricante do cilindro.

1.7 Dispositivo Estático de Alívio de Pressão

1.7.1 Aplicáveis em Cilindros manufaturados em Aço

Deve ser projetado para permitir uma vazão mínima de 0,20 m^3/minuto, para atuar quando a temperatura atingir entre 74ºC e 100ºC e a pressão interna do cilindro atingir 30,0 MP_a**.**

1.7.2 Aplicáveis em Cilindros manufaturados com outros materiais

Para cilindros manufaturados com outros materiais, a vazão mínima do Dispositivo Estático de Alívio de Pressão deve ser especificada conforme parâmetros definidos e informados pelo fabricante do cilindro.

1.8 Tampão Fusível e Disco de Ruptura

O tampão fusível e o disco de ruptura devem ser instalados na válvula do cilindro, em série ou isoladamente, desde que atendam os requisitos técnicos e os ensaios prescritos neste Regulamento Técnico.

1.9 Dispositivo de Acionamento Manual

Dispositivo onde o comando de abertura e fechamento, se dá por intermédio de manípulo. O torque de abertura e fechamento do manípulo não deve exceder 6 Nm.

2 ENSAIOS

Deve atender aos requisitos definidos neste regulamento para os seguintes ensaios, onde aplicáveis:

a) Resistência Hidrostática;
b) Operação Continuada;
c) Estanqueidade;
d) Torque de Abertura e Fechamento;
e) Resistência a Corrosão;
f) Pressão, Temperatura de Atuação e Vazão dos Dispositivos de Alívio de Pressão;
g) Pressão de Atuação e Vazão da Válvula de Excesso de Fluxo.

Nota: os ensaios aplicáveis para cada componente conforme suas concepções estão descritos na TABELA I deste anexo.

Tabela I

ENSAIOS APLICÁVEIS	
TIPO DO COMPONENTE	**ENSAIOS**
Conjunto Montado com todos os componentes inclusive conexões e Dispositivos de Segurança	a, b, c, d
Conexões	e
Dispositivos de Alívio de Pressão	f
Válvula de Excesso de Fluxo	g

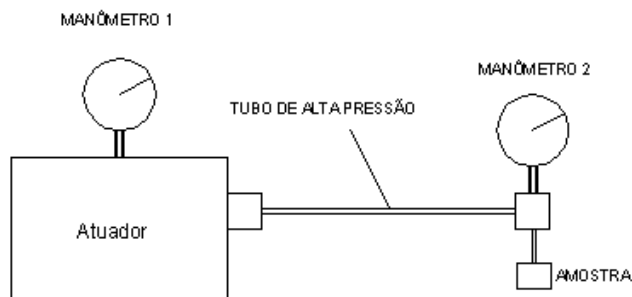
Notas:

1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.
3) Devem ser realizados ensaios de estanqueidade em 100% do lote de fabricação à temperatura ambiente.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Ensaio de Resistência Hidrostática

Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura I. A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas ou vazamentos quando submetida à pressão mínima 80,0 MPa durante um período mínimo de 3 minutos com o manipulo da válvula totalmente aberto e o bocal de saída tamponado. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão. Caso ocorra variação de pressão nos manômetros 1 e 2 a amostra deve ser considerada reprovada.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

Figura I

3.2 Estanqueidade

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes, conforme o procedimento descrito no item 3.2.1 deste anexo.

Nota: o ensaio de Estanqueidade deve contemplar também a Válvula de Alívio de Pressão e/ou o Dispositivo de Alívio de Pressão.

3.2.1 Procedimento de ensaio

3.2.1.1 Este ensaio deverá ser realizado com a válvula fechada e bocal de saída aberto e com a válvula na posição aberta e seu bocal de saída tamponado.

3.2.1.2 A válvula deve ser pressurizada, no mínimo, a 22,0 MP_a e submersa em água por um período mínimo de 2 minutos.

3.2.2 Aceitação

Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

3.3 Torque de Abertura e Fechamento

O torque de abertura fechamento do manipulo não deve exceder 6 Nm com a Válvula submetida à Pressão Máxima de Abastecimento utilizando o dispositivo de ensaio conforme a FIGURA II. Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.4.1 deste anexo.

.

3.3.1 Procedimento do ensaio

3.3.1.1 Com a amostra montada no dispositivo da Figura II, fechar totalmente a válvula através do dispositivo de abertura e fechamento (manípulo);

3.3.1.2 Com a Válvula 1 aberta e a Válvula 2 (Descarga) fechada, pressurizar a amostra com 22,0 – 0,0 MP_a;

3.3.1.3 Utilizando um torquímetro apropriado realizar cinco medições sucessivas do torque necessário para abertura total (T_a). O valor de T_a deve ser calculado como sendo:

$$\mathbf{T_a = (T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5}) / 5}$$

3.3.1.4 Fechar a Válvula 1 e abrir a Válvula 2 (Descarga) despressurizando a linha;

3.3.1.5 Mantendo a o manípulo da amostra na posição totalmente aberto, fechar a Válvula 2 e abrir a Válvula 1 pressurizando a linha com 22,0 – 0,0 MP_a;

3.3.1.6 Utilizando um torquímetro apropriado realizar cinco medições sucessivas do torque necessário para fechamento total (T_f). O valor de T_f deve ser calculado como sendo:

$$\mathbf{T_f = (T_{f1} + T_{f2} + T_{f3} + T_{f4} + T_{f5}) / 5}$$

3.3.1.7 Fechar a Válvula 1, Abrir totalmente o manípulo da amostra e a Válvula 2 (Descarga) despressurizando a linha.

3.3.2 Aceitação

Os valores dos torques de Abertura (T_a) e de Fechamento (T_f) devem ser de no máximo 6 Nm.

3.4 Operação continuada

3.4.1 Submeter à amostra aos ensaios de Estanqueidade conforme descrito no item 3.2 e de Torque de Abertura e Fechamento conforme descrito no item 3.3 deste anexo antes de submetê-la ao ensaio de operação continuada registrando os valores encontrados nos respectivos ensaios. A amostra deve atender os requisitos dos ensaios mencionados.

Nota: no caso de reprovação da amostra em quaisquer dos ensaios mencionados a amostra deve ser considerada reprovada dispensando a execução de quaisquer outros ensaios.

3.4.2 Para o ensaio de operação continuada devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes. A amostra deve ser submetida a ensaio de operação continuada à temperatura ambiente através de dispositivo de teste conforme a Figura II.

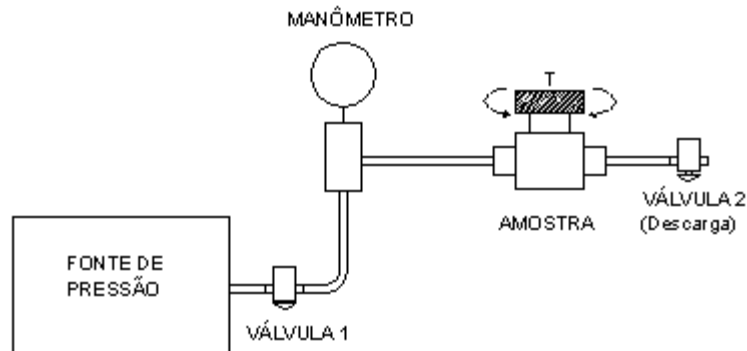
Figura II

Nota: os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados nas Tabelas I (Vedação em relação à atmosfera) e II (Vedação da Válvula em relação à linha e à atmosfera com solicitação do dispositivo de abertura e fechamento).

Tabela I

Válvula Ensaiada	**FASE**	**Válvula 1**	**Válvula 2**	**Manômetro**
Aberta com o orifício de saída fechado	1	aberta	fechada	22,0 - 0,0 MP$_a$
	2	fechada	aberta	0,0 MP$_a$
	N° de Ciclos (mínimo)	5.000		
	Freqüência Máxima	10 ciclos / minuto		

Tabela II

Válvula Ensaiada	**FASE**	**Válvula 1**	**Válvula 2**	**Manômetro**
Fechada	1	aberta	fechada	22,0-0,0 MP$_a$
Aberta	2	aberta	fechada	22,0-0,0 MP$_a$
Aberta	3	fechada	Aberta	0,0-0,0 MP$_a$
	N° de Ciclos (mínimo)	100		
	Freqüência Máxima	10 ciclos / minuto		

3.4.3 Após os ensaios de operação continuada a amostra deve ser submetida aos ensaios de Estanqueidade conforme descrito no item 3.4 deste anexo e de Torque de Abertura e Fechamento conforme descrito no item 3.3 deste anexo. A amostra deve atender os requisitos dos ensaios mencionados.

3.5 Resistência a Corrosão

A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o procedimento descrito em 3.5.1.

3.5.1 Procedimento do ensaio

3.5.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.
3.5.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33º C e 36º C.
3.5.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.
3.5.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais.

3.5.2 Aceitação
A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha em superfície com área maior do que 5% da área total exposta.

3.6 Pressão e Temperatura de atuação do dispositivo estático de alívio de pressão – Tampão Fusível e Disco de Ruptura
Este ensaio deve ser executado através dos métodos 1, 2 ou 3. Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes.

3.6.1 Ensaio do Tampão Fusível

3.6.1.1 Método 1

3.6.1.1.1 Anotar a temperatura de fusão nominal do elemento (T_F) informada pelo fabricante.

3.6.1.1.2 A amostra deve ser submersa num recipiente contendo água ou glicerina à temperatura T_F – 2,8º C e submetido a pressões entre 21,0 MP_a a 22,5 MP_a por um período não inferior a 10 minutos e após esse período o dispositivo não deve apresentar evidências de escoamento.

3.6.1.1.3 A temperatura do fluido de imersão deve ser acrescida á taxa máxima de 0,6% de T_f por minuto até à temperatura T_F e durante o incremento a pressão deve permanecer estabilizada. A uniformidade da temperatura do banho deve ser mantida através de agitação do meio de imersão. Nessas condições o escoamento do elemento fusível deve ser atingido em um período máximo de 10 minutos. O escoamento deve ser considerado no início da fusão do elemento sem vazamento de fluido de teste.

3.6.1.2 Método 2

3.6.1.2.1 Submeter à amostra à pressão de fluido de teste não inferior a 21 kPa, aplicada no orifício de entrada da amostra.

3.6.1.2.2 Enquanto submetida à pressão de 21 kPa, a amostra deve ser submersa em um recipiente com água ou glicerina líquida à temperatura T_F – 2,8º C e mantida nesta temperatura por um período não inferior a 10 minutos. A uniformidade da temperatura do banho deve ser mantida através de agitação do meio de imersão.

3.6.1.2.3 Elevar a temperatura do banho à razão de 0,6º C por minuto durante a qual a pressão pode ser aumentada até o máximo de 345 kPa. A uniformidade da temperatura do banho deve ser mantida através de agitação do meio de imersão. Quando a liga metálica atingir o ponto de fusão suficiente para produzir vazamento do fluido de teste, a temperatura deve ser registrada como a temperatura de escoamento da liga fusível da amostra.

3.6.1.2.4 O escoamento deve ocorrer num período máximo de 10 minutos após a máxima temperatura de escoamento permitida ter sido atingida e estabilizada. O valor da temperatura de fusão da liga metálica observado não pode exceder ao limite especificado (T_F).

3.6.1.3 Método 3

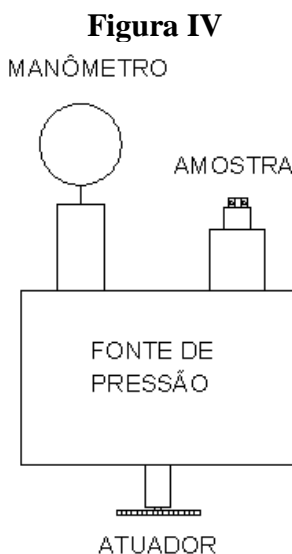
3.6.1.3.1 Submeter à amostra à pressão de fluido de teste não inferior a 21 kPa, aplicada no orifício de entrada da amostra.

3.6.1.3.2 Enquanto submetida à pressão de 21 kPa, a amostra deve ser submersa em um recipiente com água ou glicerina líquida à temperatura T_F – 2,8º C e mantida nesta temperatura por um período não inferior a 10 minutos. A uniformidade da temperatura do banho deve ser mantida através de agitação do meio de imersão.

3.6.1.3.3 Após o condicionamento da amostra conforme o item 3.6.1.3.2, submergi-la em um recipiente com água ou glicerina líquida mantido a uma temperatura estabilizada não superior à temperatura T_f especificada pelo fabricante. Nessas condições o vazamento do fluido de teste deve ocorrer num período máximo de 10 minutos.

3.6.2 Ensaio do Disco de Ruptura
Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluido de testes e o elemento fusível deve ser removido. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.6.2.1

3.6.2.1 Procedimento de ensaio
3.6.2.1.1 O Dispositivo com o Disco de Ruptura deve ser montado conforme as especificações do fabricante no dispositivo de ensaio da Figura IV.

Figura IV

3.6.2.1.2 A amostra deve ser submetida à pressão de ensaio de 22,0 MP_a à temperatura de ensaio cujo valor deve ser maior ou igual a 15º C e menor ou igual a 25º C e mantida nessa condição por um período mínimo 30 segundos.
3.6.2.1.3 Após o condicionamento mencionado no item 3.6.2.1.2 a pressão deve ser acrescida à taxa máxima de 1,0 MP_a por minuto até ocorrer à ruptura do disco (P_r).

3.6.2.2 Aceitação
As amostras são consideradas aprovadas se:

$$26{,}0\ MP_a \leq P_r \leq 30{,}0\ MP_a$$

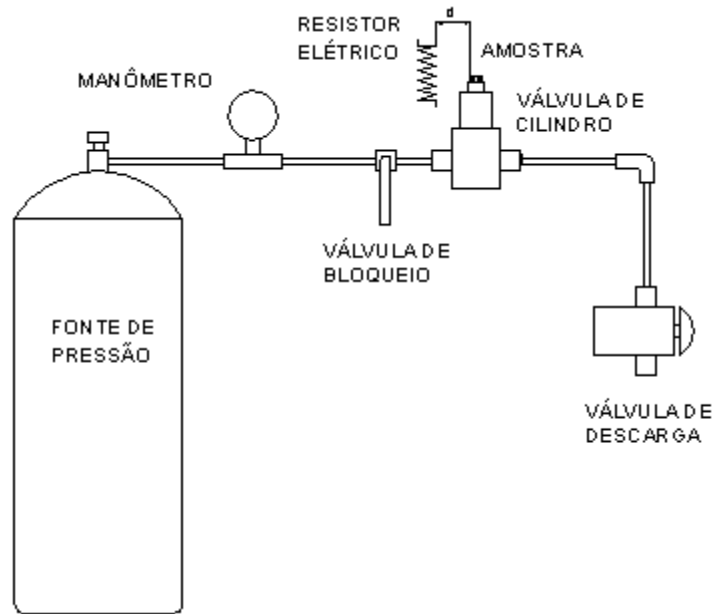
Nota: para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.

3.6.3 Vazão Mínima

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes e a amostra deve ser montada na Válvula de Cilindro para a qual foi projetada conforme a Figura VI. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.6.3.1 deste anexo.

Conforme a natureza do fluido de testes utilizado devem ser aplicados os Fatores de Correção mencionados na Tabela III deste anexo.

Como fonte de pressão deve ser utilizado um cilindro de alta pressão para aplicação veicular com capacidade hidráulica nominal de 60 litros. Durante o ensaio deve ser utilizada uma fonte de calor do tipo Resistor Elétrico com capacidade para irradiar calor para a amostra de tal forma que a temperatura a 50 mm de distância da amostra se mantenha a 30^oC $\pm$ 5%.

Figura VI

3.6.3.1 Procedimento de ensaio

3.6.3.1.1 Fechar a Válvula de Saída do Cilindro e a Válvula de Bloqueio e pressurizar o cilindro com o fluido de testes a 20,0 $\pm$ 0,5 MP_a;

3.6.3.1.2 Remover o Elemento Fusível e o Selo de Ruptura da amostra a ser ensaiada;

3.6.3.1.3 Abrir a Válvula de Saída do Cilindro até que a pressão indicada no manômetro permaneça estabilizada a 20,0 $\pm$ 0,5 MP_a e registrá-la como P_1;

3.6.3.1.4 Abrir a Válvula de Bloqueio, acionar o Cronômetro (T_1) e observar a queda de pressão através do manômetro até que a pressão atinja o valor de 19,0 $\pm$ 0,5 MP_a, fechando a Válvula de Bloqueio e travando o Cronômetro (T_2). Registrar a pressão P_2 e o intervalo de tempo decorrido Δ_T (T_2 - T_1).

3.6.3.1.5 Repetir o procedimento descrito em 3.6.3.1.4 no intervalo de 19,0 $\pm$ 0,5 MP_a a 18,0 $\pm$ 0,5 $MP_{a.}$

3.6.3.1.6 Calcular a vazão do fluido de testes em cada uma das etapas conforme a seguinte fórmula:

$$\mathbf{Q = (C \times \Delta_P / \Delta_T) \times 60}$$

Onde:

Q = Vazão Calculada (m^3 / minuto)

Δ_P = P_1 - P_2 (bar)

Δ_T = T_2 - T_1 (s)

C = Constante Dimensional = 1,1623 x 10^{-1} (m^3.Kmol)

Calcular a vazão média Q_M

$$\mathbf{Q_M = (Q_1 + Q_2) / 2}$$

3.6.3.1.6 Calcular a Vazão Média Corrigida aplicando a seguinte fórmula:

$$Q_{Mc} = Q_M \times F_C$$

Onde:

Q_{Mc} = Vazão Média Corrigida (m^3/minuto)

F_c = Fator de Correção ($kg.m^3/kg$) – conforme a TABELA III

Tabela III

FATÔR DE CORREÇÃO – F_c		
Fluidos de Testes		
Gás Natural	Ar	Nitrogênio
1,000	1,073	1,075

Notas:

1) Os fatores de correção foram determinados considerando a utilização de um cilindro com volume hidráulico nominal de 120 litros;
2) Valores Característicos adotados para os fluidos de testes:

Fluido de Testes	**Massa Molecular (M) em kg**	**Peso Específico (γ em kgf/m^3**
Gás Natural	18,05	0,75
Ar	29,00	1,29
Nitrogênio	28,00	1,25

3.6.3.2 Aceitação

Conforme a TABELA IV.

Tabela IV

Tipo de Cilindro (ISO 11439)	**Q_{Mc} (m^3/minuto)**
Em Aço	$\geq$ 0,200
Em composite	Conforme especificação do fabricante do cilindro

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

3.7 Válvula de Alívio de Pressão

3.7.1 Determinação da Temperatura de Amolecimento do Elemento de Vedação (T_a).

Para este ensaio deve ser utilizado um corpo de prova do material do elemento de vedação com as seguintes dimensões:

L = 100 mm $\pm$ 1,0 mm

D $\leq$ d – 2 mm

Onde:

L = comprimento do Corpo de Prova

d = diâmetro do elemento de vedação utilizado na Válvula de Alívio

As faces devem ser preparadas através de usinagem para permitir as medições de dureza superficial.

3.7.1.1 Procedimento de ensaio

3.7.1.1.1 Utilizando instrumento para medição de durezas no método “Shore D”, realizar as medições em pelo menos dois pontos do corpo de prova e considerando D_i a média

aritmética das medições à temperatura de 20^o C e registrá-las. Após as medições reparar através de usinagem as faces afetadas pelas mesmas.

3.7.1.1.2 Submeter o Corpo de Prova à temperatura de 60^o C por um período não inferior a 10 minutos.

3.7.1.1.3 Após o condicionamento do Corpo de Prova descrito no item 3.7.1.1.2 realizar medições de dureza conforme 3.7.1.1.1 e registrá-las.

3.7.1.1.4 Proceder conforme descrito nos itens 3.7.1.1.1, 3.7.1.1.2 e 3.7.1.2.3 para incrementos de temperatura de 10^o C até ocorrer fusão do material do corpo de prova. As durezas medidas D_f devem ser consideradas como a média aritmética das durezas medidas em cada incremento de temperatura. A temperatura de amolecimento (T_a) do material é a temperatura correspondente ao maior valor de dureza medido cujo valor seja inferior a 90% da dureza inicial ($0{,}9.D_i$). A temperatura de derretimento (T_d) á temperatura correspondente ao valor de dureza medido cujo valor seja inferior a 60% da dureza inicial ($0{,}6.D_i$).

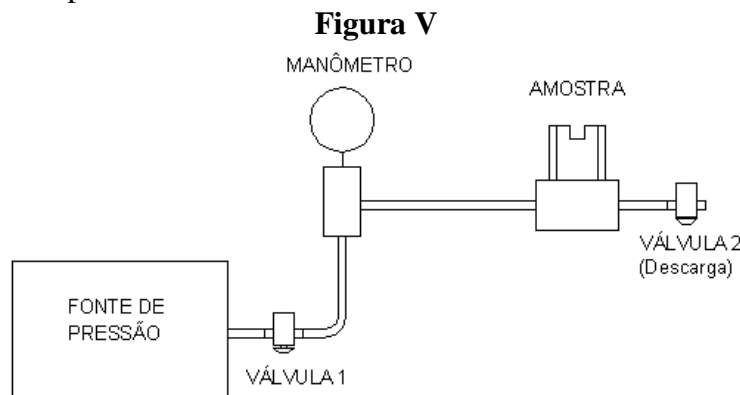
3.7.1.2 Aceitação

$\mathbf{T_a \leq 120^o\ C}$ (para o maior valor de Dureza $D \leq 0{,}9.D_i$)

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

3.7.2 Pressão de Abertura

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes e a amostra deve ser montada em um dispositivo de ensaio conforme a Figura V. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.7.2.1 deste anexo.

Figura V

3.7.2.1 Procedimento de ensaio

3.7.2.1.1 Anotar a Pressão de Ajuste (P_1) especificada pelo fabricante.

3.7.2.1.2 Submeter à amostra à temperatura $T_a - 10^o$ C (T_a determinada conforme item 3.7.1.1.4 deste anexo) por um período não inferior a 10 minutos.

3.7.2.1.3 Após o condicionamento descrito no item 3.7.2.1.2 deste anexo, a amostra deve ser submetida ao dispositivo de ensaio verificando-se a Pressão de Abertura efetiva (P_2) e registrando o valor encontrado.

3.7.2.1.4 Submeter à amostra à temperatura T_a (determinada conforme item 3.7.1.1.4) por um período não inferior a 10 minutos.

3.7.2.1.5 Após o condicionamento descrito no item 3.7.2.1.4 deste anexo, a amostra deve ser submetida ao dispositivo de ensaio verificando-se a Pressão de Abertura efetiva (P_3) e registrando o valor encontrado.

3.7.2.2 Aceitação

a) $0{,}95\ P_1 \leq P_2 \leq P_1$
b) $P_3 \leq 0{,}95.P_1$

Onde:
P_1 = Pressão de Ajuste (especificada pelo fabricante)
P_2 = Pressão de Abertura à temperatura T_a – 10 ^oC
P_3 = Pressão de Abertura à temperatura T_a

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

3.7.3 Vazão Mínima
Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes e a amostra deve ser montada em um dispositivo de ensaio conforme a Figura VI. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.7.3.1 deste anexo.
Conforme a natureza do fluido de testes utilizado devem ser aplicados os Fatores de Correção mencionados na Tabela III deste anexo.

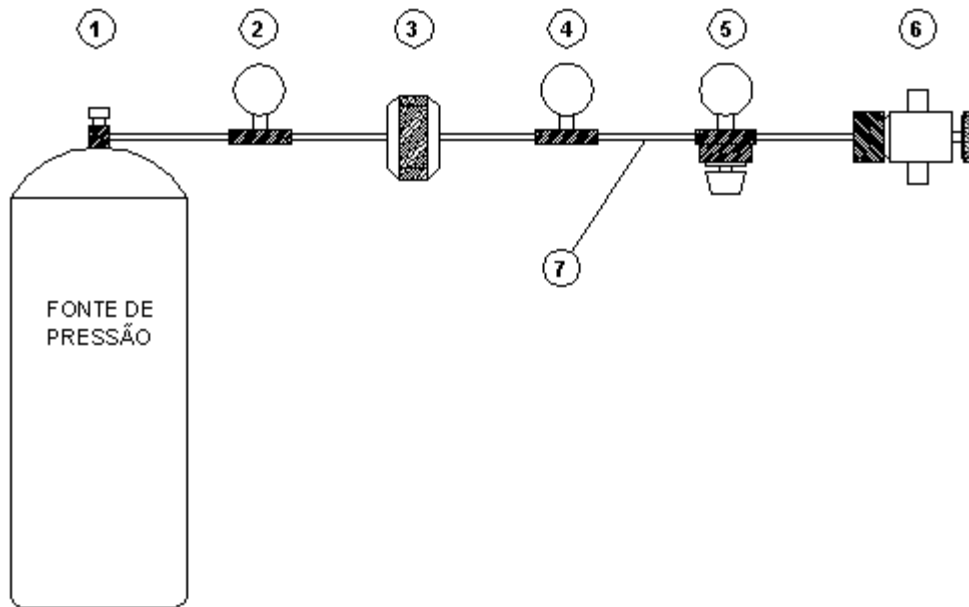
3.7.3.1 Procedimento de ensaio
3.7.3.1.1 Fechar a Válvula de Saída do Cilindro e a Válvula de Bloqueio e pressurizar o cilindro com o fluido de testes a 20,0 $\pm$ 0,5 MP_a;
3.7.3.1.2 Travar a amostra a ser ensaiada no modo totalmente aberta;
3.7.3.1.3 Proceder conforme itens 3.6.3.1.3, 3.6.3.1.4, 3.6.3.1.5 e 3.6.3.1.6 deste anexo.

3.7.3.2 Aceitação
Conforme o item 3.6.3.2 deste anexo.

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

3.8 Válvula de Excesso de Fluxo
Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes e a amostra deve ser montada em um dispositivo de ensaio conforme a Figura VI. O ensaio deve ser desenvolvido conforme o procedimento descrito no item 3.8.1 deste anexo.

3.8.1 Procedimento de ensaio
3.8.1.1 Relação entre Vazão Máxima e Vazão Residual.
Para este ensaio deve ser utilizado um dispositivo com os componentes instalados conforme indicado na FIGURA VII.

Figura VII

Especificações dos componentes do Dispositivo de Ensaio:

1 – Fonte de Pressão (Cilindro de Alta Pressão com Válvula de Alta Pressão);
2 – Manômetro de 0,0 – 40,0 MP_a;
3 – Redutor de Pressão com Pressão de Entrada de 22,0 MP_a e Pressão de Saída Máxima de 1,0 MP_a;
4 – Manômetro 0,0 – 1,5 MP_a;
5 – Regulador de Pressão com Manômetro de 0,0 a 1,0 MP_a;
6 – Dispositivo com rosca de ataque ¾ " NGT-14 f.p.p com a Válvula de Cilindro incorporando o Dispositivo de Excesso de Fluxo;
7 – Tubo de Alta Pressão sem costura com Diâmetro Nominal de 6 mm.

Abastecer o cilindro com o fluido de testes à pressão de 22,0 $\pm$ 0,1 MP_a, indicada pelo manômetro 2.

Nota: executar ensaio de estanqueidade na instalação antes da execução do ensaio na amostra

3.8.1.1.1 Condição de Vazão Máxima
3.8.1.1.1.1 Abrir totalmente o Regulador de Pressão 5 (0,0 MP_a);
3.8.1.1.1.2 Abrir a Válvula do Cilindro da fonte de pressão. A pressão indicada no Manômetro 4 não deve ser superior a 1,0 MP_a;
3.8.1.1.1.3 Com a Válvula de Cilindro da fonte de pressão 1 totalmente aberta, elevar lentamente a pressão de saída no Regulador de Pressão 5 até ocorrer o disparo do Dispositivo de Excesso de Fluxo 6, anotando a pressão de disparo P_1 indicada no manômetro do Regulador de Pressão 5.
Calcular a pressão P_2 conforme a fórmula abaixo e registrar o valor obtido.

$$\mathbf{P_2 = 0{,}95 \cdot P_1}$$

O diferencial de pressão $\Delta P_{1\text{-}2}$ deve ser considerado como o máximo diferencial de pressão permitido pelo Dispositivo de Excesso de Fluxo sem o seu acionamento automático, portanto é a condição de Vazão Máxima (V_M).
3.8.1.1.1.4 Diminuir a pressão no Regulador de Pressão 5 até "zero" e elevá-la novamente até a pressão P_2.

3.8.1.1.1.5 Observar a queda de pressão indicada pelo manômetro 2 até atingir 20,0 MP_a, acionar o cronômetro até a pressão atingir 18,0 MP_a e anotar o intervalo de tempo ΔT_1 decorrido.

3.8.1.1.2 Condição de Vazão Residual

3.8.1.1.2.1 Desconectar o Tubo de Alta Pressão 7 da amostra, conectar a linha de alta pressão e reabastecer o cilindro com o fluido de teste até a pressão de 22,0 $\pm$ 0,1 MP_a.

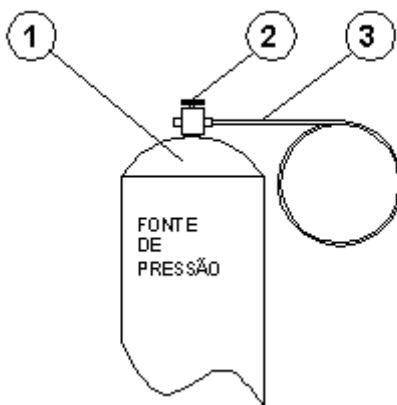
3.8.1.1.2.2 Reinstalar os componentes conforme a Figura VII.

3.8.1.1.2.3 Com a Válvula de Cilindro da fonte de pressão 1 totalmente aberta, elevar lentamente a pressão de saída no Regulador de Pressão 5 até ocorrer o disparo do Dispositivo de Excesso de Fluxo 6. Observar a queda de pressão indicada pelo manômetro 2 até atingir 20,0 MP_a, acionar o cronômetro até a pressão atingir 18,0 MP_a e anotar o intervalo de tempo ΔT_2 decorrido.

3.8.1.1.3 Aceitação
O Dispositivo de Excesso de Fluxo é considerado aprovado se:

$$\Delta T_2 \geq 0,10 \cdot \Delta T_1$$

3.8.1.2 Disparo do Dispositivo de Excesso de Fluxo
O objetivo do ensaio é a simulação do rompimento na Linha de Alta Pressão. Para este ensaio deve ser utilizado o dispositivo conforme a Figura VIII. Para a instalação da Válvula de Cilindro com o Dispositivo de Excesso de Fluxo 2 no cilindro utilizado como Fonte de Pressão 1 e o Tubo de Alta Pressão 3, proceder conforme as instruções de instalação fornecidas pelo fabricante da Válvula.

Figura VIII

3.8.1.2.1 Procedimento de ensaio

3.8.1.2.1.1 Fechar a Válvula de Cilindro que incorpora o Dispositivo de Excesso de Fluxo e abastecer a Fonte de Pressão 1 com o fluido de testes a 22,0 $\pm$ 0,1 MP_a;

3.8.1.2.1.2 Com a Válvula de Cilindro 2 fechada, conectar um segmento de tubo de alta pressão de Diâmetro Nominal de 6 mm e comprimento linear mínimo de 6 metros na saída da Válvula de Cilindro incorporando o Dispositivo de Excesso de Fluxo a ser ensaiado mantendo a extremidade livre do tubo aberta.

3.8.1.2.1.3 Abrir totalmente a Válvula de Cilindro até o acionamento automático do Dispositivo de Excesso de Fluxo.

3.8.1.2.2 Aceitação
O Dispositivo de Excesso de Fluxo submetido à condição do item 3.8.1.2.1.3 deste anexo, deve acionar automaticamente.

4 ACEITAÇÃO

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 2. Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

ANEXO B – VÁLVULA DE ABASTECIMENTO, VÁLVULA DE FECHAMENTO RÁPIDO E SUAS CONEXÕES
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.1 A Válvula de Abastecimento e a Válvula de Fechamento Rápido devem ser especificadas quanto às exigências de segurança e resistência ao funcionamento.

1.2 As especificações das conexões são de responsabilidade do fabricante e devem atender os requisitos para o Tubo de Alta Pressão definidos no ANEXO C deste regulamento.

1.3 Para Válvulas de Abastecimento e Válvulas de Fechamento Rápido manufaturadas com materiais não forjados a quente, o fabricante deve apresentar documentos comprobatórios com no mínimo as seguintes informações:

1.3.1 Registros de Corrida do Material utilizado na fabricação (Laudo ou Relatório de Análise);

1.3.2 Registros de Isenção de Tensões Residuais (Laudo ou Relatório de Análise).

2 ENSAIOS
Devem atender aos requisitos definidos neste regulamento para os seguintes ensaios:
a. Resistência Hidrostática
b. Operação Continuada
c. Estanqueidade

Notas:
1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.
3) Devem ser realizados ensaios de estanqueidade em 100% do lote de fabricação à temperatura ambiente.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Ensaio de Resistência Hidrostática

3.1.1 Resistência do Corpo e das Vedações
Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura I. A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas quando submetida à pressão mínima de 30,0 MPa (150% da pressão de serviço do cilindro) durante um período mínimo de 3 minutos com o manipulo da válvula totalmente aberto e o bocal de saída tamponado. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

3.1.2 Aprovação de Protótipos
Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura I. A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas quando submetida à pressão mínima 80,0 MPa durante um período mínimo de 3 minutos com o manipulo da válvula totalmente aberto e o bocal de saída tamponado. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

3.2 Operação Continuada

A amostra deve ser submetida a ensaio de operação continuada à temperatura ambiente de 20º C através de dispositivo de teste conforme a Figura II.

Para válvula de abastecimento provida de dispositivo de abertura e fechamento, o ensaio de operação continuada deve ser realizado primeiramente na retenção da válvula com o dispositivo de abertura / fechamento aberto. A seguir deve-se realizar o ensaio de operação continuada por 100 ciclos no dispositivo de abertura e fechamento, removendo-se o dispositivo de retenção.

3.2.1 Ensaio

3.2.1.1 Para a execução do ensaio de operação continuada de Abertura e Fechamento deve ser utilizado um dispositivo conforme os requisitos mínimos da Figura II.

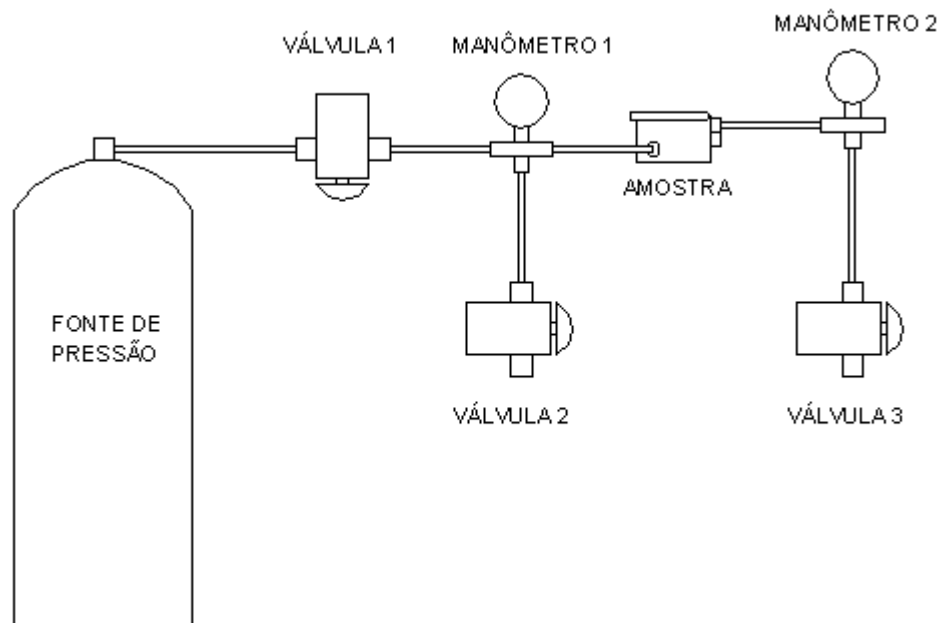
Figura II

3.2.1.2 Os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados na Tabela I.

Tabela I

FASE	**Válvula 1**	**Válvula 2**	**Válvula 3**	**VÁLVULA ENSAIADA (aberta)**	**Manômetro 1**	**Manômetro 2**
1	aberta	fechada	fechada	aberta	22,0+1,0 MP_a	22,0+1,0 MP_a
2	fechada	aberta	fechada	aberta	0,0 MP_a	22,0+1,0 MP_a
3 (Final do ciclo)	fechada	fechada	aberta	aberta	2,42+0,11 MP_a (Max.)	0,0 MP_a
Número de ciclos	1000 (Mínimo)					
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto					

Após a execução do número de ciclos o componente ensaiado deve ser submetido às condições da FASE 2, solicitando o dispositivo de retenção à pressão máxima de serviço que nessa condição não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Executar novo ensaio nas condições da FASE 2 submetendo a Válvula à pressão maior do que 0,0 MPa e menor ou igual a 0,5 MPa que nessa condição não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h.

3.2.1.3 A força de fechamento do manipulo não deve exceder 6 Nm.

3.2.1.4 Após este ensaio o componente deve ser submetido ao Ensaio de Estanqueidade prescrito no item 3.3 deste Regulamento Técnico.

3.3 Estanqueidade

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes, conforme o procedimento descrito no item 3.3.1 deste regulamento.

Este ensaio deverá ser realizado com a válvula fechada e bocal de saída aberto e com a válvula na posição aberta e seu bocal de saída tamponado.

3.3.1 Procedimento de Ensaio

3.3.1.1 Pressurizar a amostra com o fluido de testes no mínimo, a 23,0 MPa. e submersa em água por um período mínimo de 2 minutos.

3.3.2 Aceitação

Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

4 ACEITAÇÃO

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 2.

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

ANEXO C – TUBO DE ALTA PRESSÃO
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

Deve conduzir o gás natural à pressão de serviço, sem comprometer sua resistência, sem qualquer tipo de costura e com tratamento superficial externo para proteção contra corrosão. O material empregado para fabricação e a proteção contra corrosão devem atender aos ensaios definidos neste anexo.

2 DOCUMENTOS E VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

2.1 Devem ser apresentados pelo fabricante os certificados de corrida do material contendo requisitos gerais conforme NBR 8476, análise química, propriedades mecânicas e tolerâncias dimensionais conforme tabelas I, II e III, respectivamente:

Tabela I – Composição Química

Composição Química e Tipos de Aço Recomendados Para Aplicação em Tubulações de GNV					
Análise Química de Panela - % em massa					
Tipo de Aço	**C (máx.)**	**Si (máx.)**	**Mn**	**P (máx.)**	**S (máx.)**
DIN St 35	0,17	0,35	>= 0,40	0,025	0,025
DIN St 37.4	O,17	0,35	>= 0,35	0,040	0,040
ABNT Gr A1	0,18	0,35	0,25 / 0,60	0,040	0,040

Tabela II – Propriedades Mecânicas

Propriedades Mecânicas na Condição de Fornecimento à Temperatura Ambiente dos Tipos de Aço Recomendados Para Aplicação em Tubulações de GNV			
Valores para Materiais Trefilados a Frio no Estado de Fornecimento NBK			
Tipo de Aço	**Limite de Escoamento (MPa min.)**	**Resistência à Tração (MPa)**	**Alongamento Longitudinal (% min.)**
DIN St 35	235 (1)	340 a 470	25
DIN St 37.4	235	340 a 470	25
ABNT Gr A1	240 (2)	350 a 450	25
Notas :			
1 – Para tubos com diâmetro externo menor ou igual a 30 mm e espessura de parede menor ou igual a 3 mm, o valor mínimo do Limite de Escoamento pode ser 10 MPa menor do que o da tabela.			
2 – Para tubos com diâmetro externo menor ou igual a 30 mm e espessura de parede menor ou igual a 3 mm, o valor mínimo do Limite de Escoamento pode ser 20 MPa menor do que o da tabela.			

Tabela III – Tolerâncias Dimensionais

TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DOS TUBOS APLICÁVEIS PARA GNV (1)		
Serão adotados os valores definidos pela Norma DIN 2391, como segue:		
Norma	Diâmetro Externo (mm)	Espessura de Parede (mm)
ABNT NBR 8476	6,00 +/- 0,10	1,00 +/- 0,10
DIN 1630	6,00 +/- 0,06 (2)	1,00 + 0,15/-0,10
DIN 2391	6,00 +/- 0,08	1,00 +/- 0,10
Notas:		
1 – Os tubos normalmente utilizados apresentam diâmetro externo igual a 6,00 mm e espessura de parede igual a 1,00 mm.		
2 – Valores até +/- 0,50 mm são permitidos; nas extremidades dos tubos, em um comprimento até 100 mm, valores até +/- 0,40 mm são admissíveis, mediante acordo prévio.		

2.2 O material deve ser submetido à verificação por macrografia para a constatação da inexistência de costura, por ataque através de um dos quatro reagentes químicos abaixo:

a) Reativo de Iodo;
b) Reativo de Ácido Sulfúrico;
c) Reativo de Fry;
d) Impressão de Baumann.

O corpo de Prova deverá ser preparado conforme as seguintes fases:

a) Obtenção de Amostra tubular do lote a ser avaliado com 50 mm de comprimento, mediante cortes na direção transversal ao eixo longitudinal do tubo a ser ensaiado;
b) Preparação da superfície do Corpo de Prova através de polimento de uma das seções transversais;
c) Ataque da superfície polida por meio de um dos reagentes químicos

3 ENSAIOS

Deve atender os requisitos definidos neste regulamento para os seguintes ensaios:

a) Resistência Hidrostática
b) Operação Continuada
c) Resistência à Corrosão
d) Estanqueidade
e) Dobramento

Notas:

1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.

4 MÉTODOS DE ENSAIOS

4.1 RESISTÊNCIA HIDROSTÁTICA

Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura I . A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas quando submetida à pressão de ensaio de 100 MPa (1000 bar) durante um período mínimo de 3 minutos. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

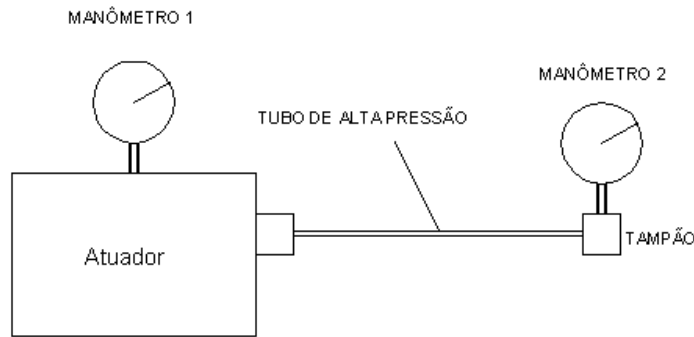



Figura I

4.2 Operação Continuada

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes. A amostra deve ser submetida a ensaio de operação continuada à temperatura ambiente através de dispositivo de teste conforme a Figura II.

4.2.1 A amostra deve ser submetida a um ensaio de operação continuada de 100.000 ciclos à temperatura ambiente de 20 ^{o}C através de dispositivo de teste conforme a Figura II.

Figura II

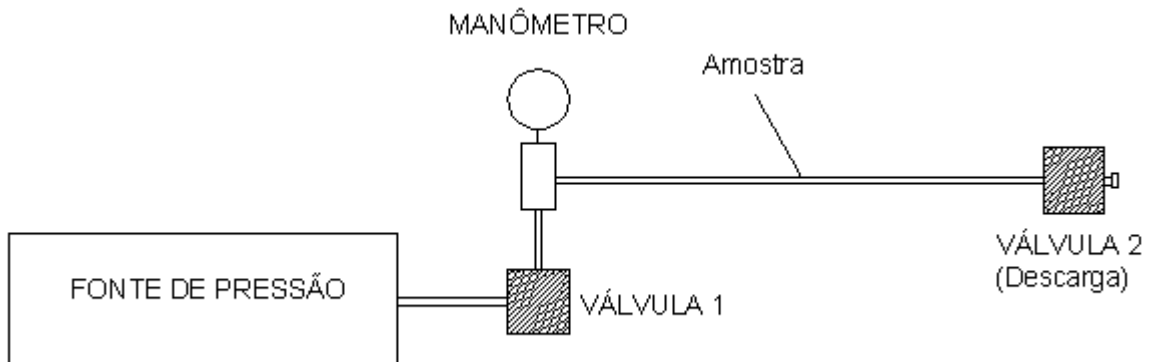
MANÔMETRO
Amostra
VÁLVULA 2
(Descarga)
FONTE DE PRESSÃO
VÁLVULA 1

4.2.2 Os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados na Tabela IV.

Tabela IV

FASE	**Válvula 1**	**Válvula 2**	**Amostra Ensaiada**	**Manômetro**
1	aberta	fechada	pressurizada	22,0+1,0 MPa
2	fechada	aberta	despressurizada	0,0 MPa
Nº de ciclos	100.000 (mínimo)			
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto			

4.2.3 Após o ensaio de operação continuada a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 4.4 deste anexo.

4.3 Resistência a Corrosão

A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o seguinte procedimento:

4.3.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.

4.3.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33^{o} C e 36^{o} C.

4.3.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.

4.3.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais. A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha em superfície com área maior do que 5% da área total exposta.

4.3.5 Após o ensaio de corrosão a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 4.4 deste anexo.

4.4 Estanqueidade

Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes.

4.4.1 Preparação da amostra

Antes do condicionamento nas condições de ensaio deve ser efetuada a purga da amostra a ser ensaiada utilizando nitrogênio e em seguida pressurizada com o fluido de testes a 30% da pressão de serviço.

4.4.2 Condicionamento e Execução dos Ensaios

Os condicionamentos e ensaios devem ser realizados com a amostra continuamente submetida às temperaturas especificadas e às pressões aplicadas através do fluido de testes em cada condição conforme a Tabela V. Em cada condição de temperatura e pressões especificadas na Tabela V, a amostra deve ser submersa em água por um período mínimo de 2 minutos.

Tabela V

Condição do Ensaio	Temperatura (^{o}C)	Pressão (bar)
Baixa Temperatura	- 20	5
		150
Temperatura Ambiente	20	5
		300
Alta Temperatura	120	10
		300

4.4.3 Aceitação

Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

.

4.5 Dobramento

A amostra deve ser submetida ao ensaio de dobramento utilizando o dispositivo conforme a Figura III e conforme a Tabela VI.

Figura III

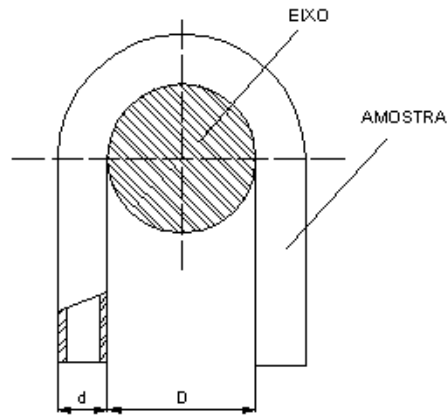
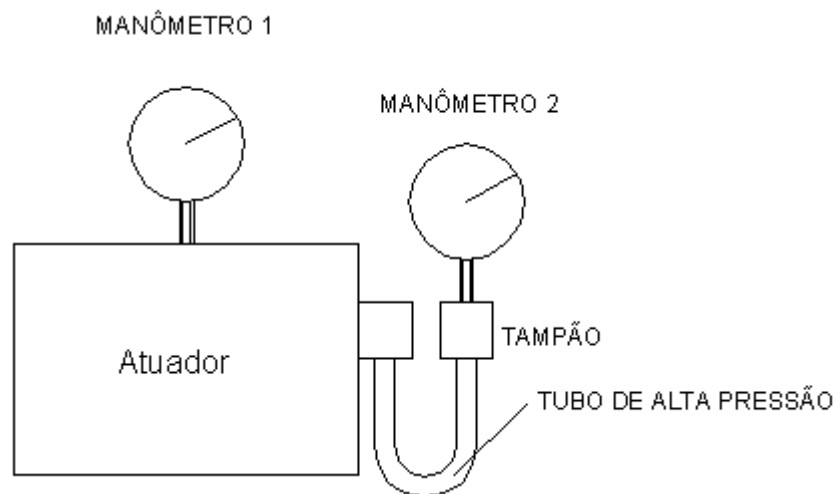



TABELA VI

d (mm)	D (mm)
≤ 8	3 x d
> 8	5 x d

Realizar o ensaio da amostra do tubo de alta pressão conforme o seguinte procedimento:

a) Selecionar um eixo redondo com diâmetro conforme a Tabela VI.
b) Executar dobra na amostra em formato de "U" conformando através da superfície do eixo selecionado conforme a Figura III.
c) Bloquear a saída de uma das extremidades da amostra. Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura IV.

Figura IV

A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas quando submetida à pressão de ensaio de 80 MPa (800 bar) durante um período mínimo de 3 minutos. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

5 Aceitação
As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 4 deste anexo.
Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.

ANEXO D – INDICADOR DE PRESSÃO DE GNV E SUAS CONEXÕES
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.1 O Indicador de Pressão de GNV deve ser especificado quanto às exigências de segurança e resistência ao funcionamento.

1.2 Para o Indicador de Pressão de GNV provido de dispositivo elétrico de leitura indireta, os componentes elétricos devem ser compatíveis para utilização automotiva em relação à resistência mecânica, isolamento, capacidade de condução elétrica e risco de incêndio e/ou acidentes.

1.3 O Indicador de Pressão do tipo por Elemento Sensor Bourdon deve possuir um dispositivo de alívio de pressão (“Blow-Out”) na parte traseira do invólucro.

1.4 Quaisquer alterações no Indicador de Pressão só podem ser implementadas após a aprovação pelo fabricante.

1.5 O fabricante deve apresentar o memorial descritivo com as instruções de aplicação, operação e montagem.

2 ENSAIOS

Deve atender aos requisitos definidos neste regulamento para os seguintes ensaios, onde aplicáveis:

a. Resistência Hidrostática
b. Operação Continuada
c. Resistência a Corrosão
d. Resistência a Torque Excessivo
e. Momento de Torção
f. Envelhecimento por Oxigênio
g. Imersão de Material Sintético Não Metálico
h. Resistência a Vibração
i. Estanqueidade
j. Compatibilidade do latão
k. Resistência do Isolamento Elétrico
l. Voltagem Mínima de Operação
m. Sobretensão Elétrica

Os ensaios aplicáveis para o Indicador, conforme sua concepção, estão descritos na Tabela I abaixo.

Tabela I

ENSAIOS APLICÁVEIS		
	MECÂNICO	**ELETROMECÂNICO**
Indicador de Pressão	a, b, c, d , e, f, g, h, i, j do item 2	Todos os ensaios prescritos no item 2

Notas:

1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.
3) Devem ser realizados ensaios de estanqueidade em 100% do lote de fabricação à temperatura ambiente.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Ensaio de Resistência Hidrostática

Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo conforme a Figura I. A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas quando submetida à pressão mínima 80,0 MPa durante um período mínimo de 3 minutos. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
A amostra utilizada neste ensaio não deve ser utilizada para quaisquer outros ensaios.

Figura I

3.2 Operação Continuada

3.2.1 A amostra deve ser submetida a ensaios de operação continuada conforme as temperaturas e pressões indicadas na Tabela II. Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste.

Tabela II

Tipo de Ensaio	Temperaturas (^{o}C)	Pressão máxima (MPa)	Nº de Ciclos (mínimo)
Ciclo de Temperatura Ambiente	20	22,0	19.200
Ciclo de Alta Temperatura	120	22,0	400
Ciclo de Baixa Temperatura	-20	11,0	400

3.2.2 Para a execução do ensaio de operação continuada deve ser utilizado um dispositivo de ensaio conforme a Figura II

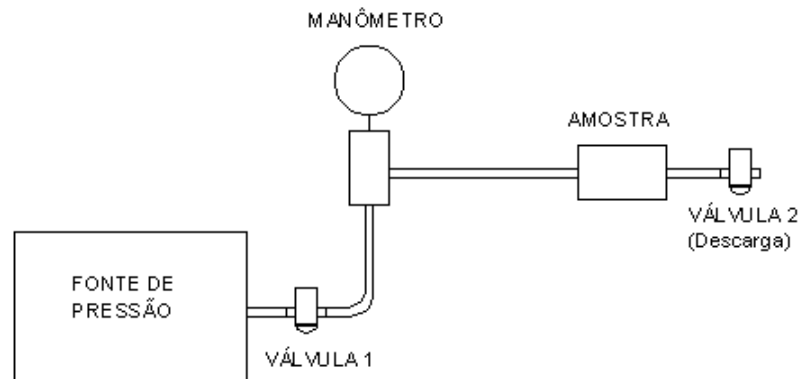
Figura II

3.2.3 Os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados na Tabela III.

Tabela III

FASE	Válvula 1	Válvula 2	Amostra Ensaiada	Manômetro
1	aberta	fechada	pressurizada	Conforme Tabela II
2	fechada	aberta	despressurizada	0,0 MPa
Nº de ciclos	Conforme a Tabela II			
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto			

3.2.4 Após o ensaio de operação continuada a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.9 deste Anexo.

3.3 Resistência a Corrosão
A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o seguinte procedimento:

3.3.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.

3.3.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33º C e 36º C.

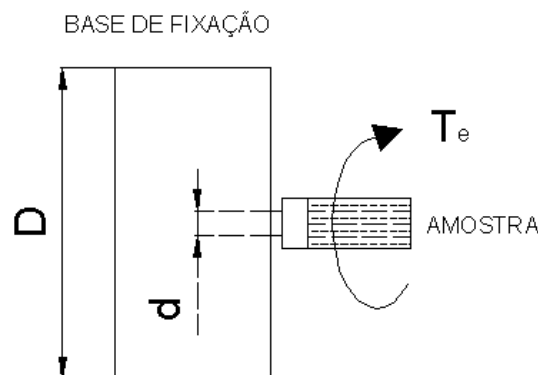
3.3.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.

3.3.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais. A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha na superfície de base com área maior do que 5% da área total exposta.

3.3.5 Após o ensaio de corrosão a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.9 deste Anexo.

3.4 Resistência a Torque Excessivo
O Indicador projetado para ser conectado através de conexões rosqueadas deve resistir a torques de fixação de no mínimo 150% do torque de fixação especificado pelo fabricante.

3.4.1 O ensaio deve ser realizado conforme o dispositivo de ensaios e dimensões da Figura III

Figura III

onde:
T_f = Torque especificado pelo fabricante
T_e = Torque de ensaio

$D \geq 5d$
$T_e \geq 1,5.\ T_f$

3.4.2 A base de Fixação do dispositivo de ensaio deve ser constituída de material com resistência mecânica igual ou superior à da amostra ensaiada.

3.4.3 O Torque T_e deve ser aplicado por um período mínimo de 15 minutos. Após o período de aplicação do torque de ensaio, remover a amostra e examiná-la quanto à existência de deformações ou rupturas.

3.4.4 Após o ensaio a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.9 deste Anexo.

3.5 Resistência a Momento Fletor
A amostra deve ser submetida aos ensaios de resistência a esforços gerados por momentos fletores conforme o seguinte procedimento:

3.5.1 A amostra deve ser fixada através de suas conexões de forma a garantir a estanqueidade no dispositivo de ensaio indicado na Figura IV, devendo ser observadas as distâncias mínimas indicadas.

3.5.2 Pressurizar a instalação com 10 KPa. Verificar e eliminar eventuais vazamentos. Ao término da verificação despressurizar a instalação.

3.5.3 Pressurizar a instalação com 5 KPa e aplicar a carga durante um período mínimo de 15 minutos conforme a Tabela IV. O ponto de aplicação da carga deve estar a pelo menos 300 mm de distância do ponto de fixação da amostra conforme indicado na Figura IV. Com a carga aplicada, verificar a existência de vazamentos conforme os métodos prescritos no item 3.9 deste Anexo.

3.5.4 Repetir o procedimento descrito no item 3.5.3 a cada 90 º de rotação em relação ao eixo do ponto de fixação da amostra até a posição inicial do ensaio, removendo a carga, despressurizando e pressurizando a instalação a cada alteração de posição.

3.5.5 Após a execução dos ensaios, desmontar a amostra do dispositivo de ensaio, verificar a existência de deformações e submetê-la ao ensaio de Estanqueidade descrito no item 3.9 deste Anexo.

Figura IV

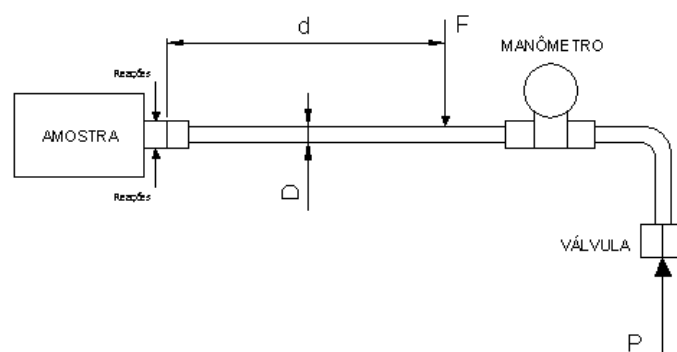



Tabela IV

d (mm)	D (mm)	P (KPa)	F (N)
≥ 300	6	5,0	3,4
	8		9,0
	≥ 12		17,0

3.6 Envelhecimento por Oxigênio
Todas as partes sintéticas ou não metálicas dos componentes com finalidade de vedação do combustível cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade satisfatória quando expostos a oxigênio devem ter amostras representativas ensaiadas conforme o procedimento descrito neste anexo. As amostras não devem apresentar evidências visíveis de degradação quando expostas ao oxigênio por 96 horas, à temperatura de 70 ^{o}C e pressão de 2 MPa (20 bar).

3.7 Resistência a Hidrocarbonetos dos Componentes Não-Metálicos

3.7.1 Um componente não metálico utilizado como parte de um conjunto, cujo fabricante não apresente relatórios de ensaios do material, deverá ser submetido ao ensaio de resistência a hidrocarbonetos.

3.7.2 Um componente não metálico que na aplicação esteja exposto a gás natural não deve apresentar variações significativas de volume e ou massa quando submetido a ensaios conforme o seguinte procedimento:

3.7.2.1 Realizar medições para determinação da massa e do volume em amostras do componente a ser ensaiado.

3.7.2.2 Introduzir as amostras numa câmara, conforme a Figura V, nas condições de ensaio descritas na Tabela VI.

Figura V

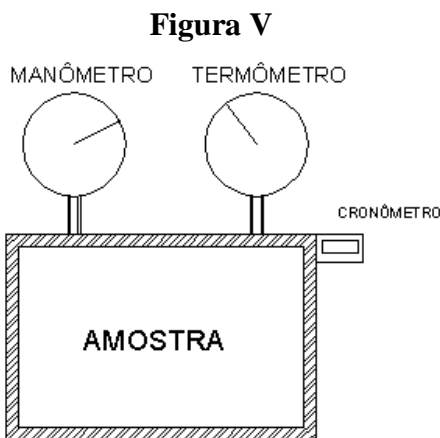



Tabela VI

Fluido no Interior da Câmara	Pressão no interior da Câmara	Período de Exposição (Mínimo)
Gás Natural	20,0 MPa	70 horas

3.7.2.3 Após o período mínimo de exposição retirar as amostras da câmara de ensaio e verificar as dimensões das amostras.

3.7.2.4 Após o ensaio as amostras não devem apresentar dilatação volumétrica maior do que 25% ou retração volumétrica maior do que 1% em relação ao volume inicial. A variação de massa não deve exceder a 10%.

3.8 Vibração

3.8.1 A amostra deve ser submetida a ensaio de vibração conforme o seguinte procedimento:

3.8.1.1 Fixar a amostra no dispositivo de ensaio e submetê-la a vibrações por um período de 2 horas com freqüência de 17 Hz amplitude de 1,5 mm em cada um dos três eixos de orientação.

3.8.1.2 Após o período completo de 6 horas dos ensaios descritos no item 3.8.1.1, a amostra deve ser submetida ao ensaio de Estanqueidade prescrito no item 3.9 deste Anexo.

3.9 Estanqueidade
Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste

3.9.1 Este ensaio deve ser realizado conforme as temperaturas e pressões definidas na Tabela V. Em cada condição de temperatura e pressões especificadas na Tabela V, a amostra deve ser submersa em água por um período mínimo de 2 minutos.

Tabela V

Tipo de Ensaio	**Temperaturas (^{o}C)**	**Pressões de Ensaio (MP_a)**	
		Primeiro	Segundo
Temperatura Ambiente	20	0,5	30,0
Alta Temperatura	120	1,0	30,0
Baixa Temperatura	-20	15,0	0,5

3.9.2 Aceitação
Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

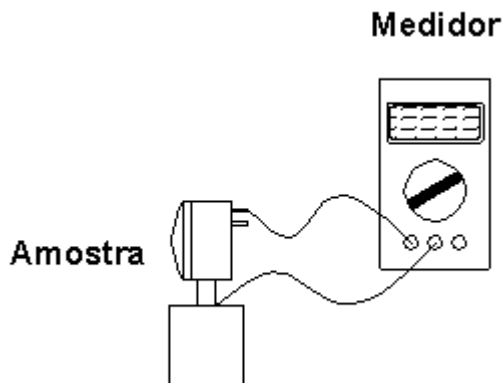
3.10 Compatibilidade de Componentes de Latão
Todos os componentes manufaturados em latão, cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade com relação a este requisito deverão ser submetidos a ensaios de acordo com o procedimento descrito (fabricantes de componentes capazes de apresentar documentação comprobatória da “field-worthiness” dos seus produtos estão isentos deste requisito).

a) Submeter à amostra às tensões impostas como resultado da montagem com outros componentes conforme as instruções de montagem do fabricante. As tensões aplicadas devem ser mantidas durante todo o ensaio. As amostras com roscas, devem ser acopladas a componentes que reproduzam a montagem final com o torque de aperto conforme as instruções de montagem do fabricante e nenhum tipo de elemento para vedação das roscas deve ser aplicado;
b) A amostra deve ser desengraxada e continuamente exposta por 240 horas na condição regular de utilização no interior de uma câmara de vidro com capacidade aproximada de 30 litros, dotada de tampa contendo uma solução de amônia, água e ar à pressão atmosférica e temperatura de 34°C +/- 2ºC. Manter na câmara aproximadamente 600 cm^3 da solução de amônia e água com densidade relativa igual a 0,94. A amostra deve estar posicionada a distancia de 40 mm acima do nível da solução de amônia e água e mantida suspensa através de suporte resistente à ação de amônia.

Nota: a amostra não deve apresentar evidências de trincas quando examinada com aumento de 25 vezes após ser submetida ao este ensaio nas condições descritas.

3.11 Resistência do Isolamento Elétrico
Este ensaio é realizado com o objetivo de detectar falhas de isolamento elétrico da amostra quando aplicada uma tensão elétrica, conforme o seguinte procedimento:

3.12.1 Utilizando instrumento de medição de resistências elétricas (Figura VI) aplicar um valor de tensão equivalente a 1.000 VDC entre os terminais elétricos e o corpo da amostra por um período mínimo de 2 segundos. A resistência elétrica mínima admissível deve ser de 240 kW.

Figura VI

3.12 Voltagem Mínima de Operação
A tensão elétrica mínima de operação da amostra à temperatura ambiente deve ser menor ou igual a 6 V para sistemas de 12 V e menor ou igual a 16 V para sistemas de 24 V.

3.13 Sobretensão Elétrica
A amostra deve manter suas características de operação quando aplicada tensão elétrica igual a 1,5 vezes a tensão nominal de operação +/- 5% por um período mínimo de 3 minutos.

4 ACEITAÇÃO
As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 3.
Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.

ANEXO E – DUTO DE BAIXA PRESSÃO E SUAS CONEXÕES E ELEMENTOS DE FIXAÇÃO
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

Os componentes definidos nos itens 1.1, 1.2 e 1.3 deste anexo, que operem nas pressões de serviço (Ps) definidas na Tabela I devem conduzir o GNV sem comprometimento de suas resistências. O fabricante deve apresentar o memorial descritivo constando no mínimo as seguintes informações:

a. Especificações básicas dos componentes
b. Pressão Máxima de Serviço (P_S)
c. Instruções de Aplicação, Montagem, Operação e Manutenção.

Os componentes devem ser classificados conforme a Tabela I deste anexo.

Tabela I

Tipo de Sistema de Alimentação		P_S (MP_a)
I	Alimentação por pressão negativa (aspiração)	$\leq$ 0,1
II	Alimentação por pressão positiva (injeção)	> 0,1

1.1 Duto de Baixa Pressão (Mangueira)

Deve ser constituído por materiais compatíveis com o GNV resistentes às temperaturas geradas no compartimento do motor, possuir flexibilidade suficiente para absorver os movimentos decorrentes do funcionamento do motor e não deve possuir qualquer tipo de costura. O Material empregado deve atender aos ensaios definidos neste regulamento técnico.

1.2 Conexões de Baixa Pressão

Devem ser constituídas por materiais compatíveis com o GNV, resistentes às temperaturas geradas no compartimento do motor e oferecerem resistência mecânica suficiente para absorver os movimentos decorrentes do funcionamento do motor. O Material empregado deve atender aos ensaios definidos neste regulamento técnico.

Os terminais de acoplamento projetados para fixação do duto de baixa pressão através de abraçadeiras devem atender as dimensões principais definidas na FIGURA I e na TABELA II deste anexo.

Figura I

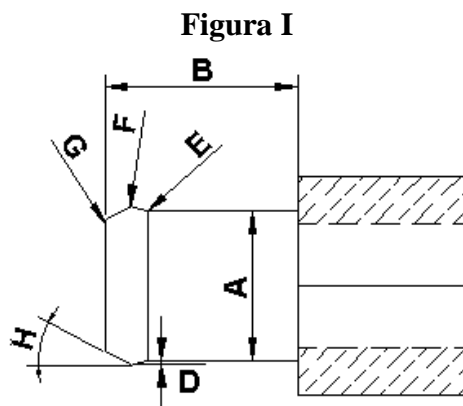



Tabela II

<table>
<tr><th rowspan="2">DIÂMETRO INTERNO DO DUTO (mm)</th><th colspan="9">DIMENSÕES (mm)</th></tr>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E (raio)</th><th>F (raio)</th><th>G (raio)</th><th>H</th><th>INTERFERÊNCIA NOMINAL (mm)</th></tr>
<tr><td>2,9 – 3,3</td><td>3,7 ± 0,1</td><td rowspan="2">20 ± 0,5</td><td rowspan="2">3,0 ± 0,2</td><td rowspan="2">0,4 ± 0,1</td><td rowspan="2">0,4 ± 0,1</td><td rowspan="2">1,0± 0,2</td><td rowspan="2">0,5 ± 0,2</td><td rowspan="2">25º ± 3º</td><td rowspan="2">0,50</td></tr>
<tr><td>4,4 – 4,8</td><td>5,3 ± 0,1</td></tr>
<tr><td>6,1 – 6,5</td><td>7,1 ± 0,2</td><td rowspan="2">21 ± 0,5</td><td rowspan="2">4,0 ± 0,2</td><td rowspan="2">0,5± 0,2</td><td rowspan="2">0,5 ± 0,2</td><td rowspan="2">1,2 ± 0,2</td><td rowspan="2">0,6± 0,2</td><td rowspan="2">22º ± 3º</td><td rowspan="2">0,75</td></tr>
<tr><td>7,8 – 8,2</td><td>8,7± 0,2</td></tr>
<tr><td>9,3 – 9,7</td><td rowspan="4">10,5± 0,2</td><td rowspan="4">22 ± 0,5</td><td rowspan="4">5 ± 0,2</td><td rowspan="4">0,6 ± 0,2</td><td rowspan="4">0,6 ± 0,2</td><td rowspan="4">1,4 ± 0,2</td><td rowspan="4">0,7± 0,2</td><td rowspan="4">19º ± 3º</td><td rowspan="4">1,00</td></tr>
<tr><td>12,5 – 12,9</td></tr>
<tr><td>15,7 – 16,1</td></tr>
<tr><td>18,8 – 18,2</td></tr>
</table>

1.3 Elementos de Fixação de Baixa Pressão

Devem ser constituídas por materiais compatíveis com o GNV resistentes às temperaturas geradas no compartimento do motor e possuir resistência mecânica suficiente para promover a vedação entre os componentes do sistema e absorver os movimentos decorrentes do funcionamento do motor. O Material empregado deve atender aos ensaios definidos neste regulamento.

2 ENSAIOS

Os componentes definidos neste regulamento técnico devem atender aos requisitos para os seguintes ensaios, onde aplicáveis:

a. Resistência Hidrostática
b. Operação Continuada
c. Resistência a Corrosão
d. Resistência a Torque Excessivo
e. Estanqueidade
f. Dobramento
g. Envelhecimento por Oxigênio
h. Imersão em Hidrocarbonetos de Material Sintético Não Metálico
i. Compatibilidade de Componentes e Subcomponentes de latão
j. Aderência (“Pull off”)
k. Condutividade Elétrica
l. Permeabilidade

Os ensaios aplicáveis para cada componente conforme suas concepções estão descritos na TABELA III deste anexo.

Tabela III

ENSAIOS APLICÁVEIS	
TIPO DO COMPONENTE	**ENSAIOS**
Duto de Baixa Pressão	a, b, d, e, f, g, h, j, k, l
Conexões de Baixa Pressão (Latão)	a, b, e, i, j, k
Conexões de Baixa Pressão (Aço C)	a, b, c, e, j, k,
Conexões de Baixa Pressão (Termoplásticos)	a, b, e, g, h, j, l
Elementos de Fixação	a, b, c, j

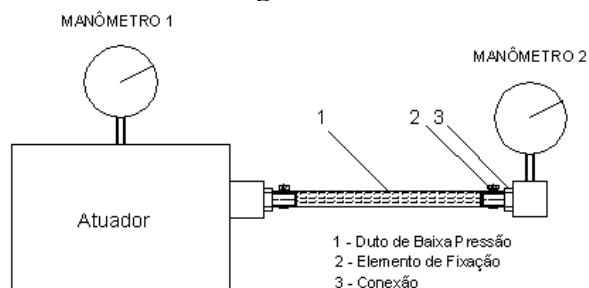
Nota:

1) Para os ensaios que requeiram aplicação de pressão, considerar como P_S a pressão de alimentação maior que 0,1 MPa.
2) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
3) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.
4) Devem ser realizados ensaios de estanqueidade em 100% do lote de fabricação à temperatura ambiente.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Resistência Hidrostática

Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes em um dispositivo de testes conforme a Figura II. As amostras ensaiadas não devem apresentar rupturas quando submetidas à pressão mínima de ensaio maior ou igual a $4P_S$ durante um período mínimo de 3 minutos. Durante o período do ensaio os manômetros 1 e 2 não devem apresentar variações de pressão.
O ensaio deve ser realizado com todos os componentes montados reproduzindo a situação de montagem no veículo, conforme a Figura II deste regulamento técnico.
As amostras utilizadas neste ensaio não devem ser utilizadas para quaisquer outros ensaios.

Figura II

MANÔMETRO 1
MANÔMETRO 2
Atuador
1 - Duto de Baixa Pressão
2 - Elemento de Fixação
3 - Conexão

3.2 Operação Continuada

3.2.1 A amostra deve ser submetida a ensaios de operação continuada conforme as temperaturas e pressões indicadas na Tabela IV.

Tabela IV

Tipo de Ensaio	**Temperatura (º C)**	**Pressão máxima (bar)**	**Nº de Ciclos (mínimo)**
Ciclo de Temperatura Ambiente	15 a 20	P_S	19.200
Ciclo de Alta Temperatura	120 $\pm$ 5%	P_S	400
Ciclo de Baixa Temperatura	-20 $\pm$ 5%	$0,5.P_S$	400

3.2.2 Para a execução do ensaio de operação continuada deve ser utilizado um dispositivo de ensaio conforme a Figura III:

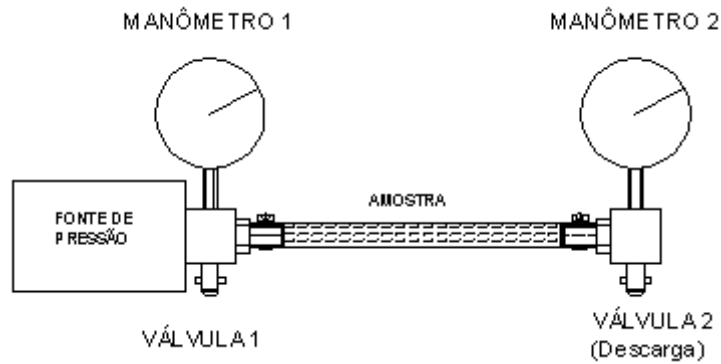
Figura III

3.2.3 Os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados na Tabela V.

Tabela V

FASE	Válvula 1	Válvula 2	Amostra Ensaiada	Manômetro 1	Manômetro 2
1	aberta	fechada	pressurizada	Conforme Tabela III	Conforme Tabela III
2	fechada	aberta	despressurizada	Conforme Tabela III	0,0 MP_a
Nº de ciclos	Conforme a Tabela III				
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto				

3.2.4 Após o ensaio de operação continuada a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.5 deste Anexo.

3.3 Resistência a Corrosão

A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o seguinte procedimento:

3.3.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.

3.3.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33º C e 36º C.

3.3.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.

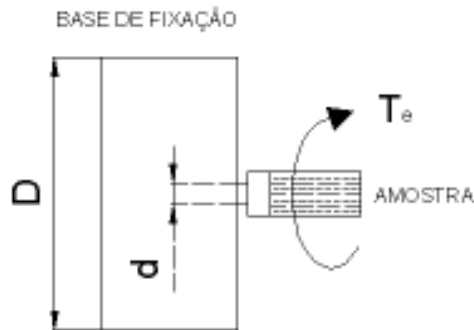
3.3.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais..

3.3.5 Após o ensaio de corrosão a amostra deve atender aos requisitos de Resistência Hidrostática prescritos no item 3.1 deste Anexo.

3.4 Resistência a Torque Excessivo

O componente projetado para ser conectado através de conexões rosqueadas deve resistir a torques de fixação de no mínimo 150% do torque de fixação especificado pelo fabricante.

3.4.1 O ensaio deve ser realizado conforme o dispositivo de ensaios e dimensões da Figura IV

Figura IV

onde:
T_f = Torque especificado pelo fabricante
T_e = Torque de ensaio
$D \geq 5d$
$T_e \geq 1{,}5.\ T_f$

3.4.2 A base de Fixação do dispositivo de ensaio deve ser constituída de material com resistência mecânica igual ou superior à da amostra ensaiada.

3.4.3 O Torque T_e deve ser aplicado por um período mínimo de 15 minutos. Após o período de aplicação do torque de ensaio, remover a amostra e examiná-la quanto à existência de deformações ou rupturas.

3.4.4 Após o ensaio a amostra deve atender aos requisitos de Resistência Hidrostática prescritos no item 3.1 deste Anexo.

3.5 Estanqueidade
Para este ensaio devem ser utilizados Ar ou Nitrogênio ou GNV como fluido de testes, conforme o procedimento descrito no item 3.5.1 deste anexo.

3.5.1 Procedimento de ensaio

3.5.1.1 Este ensaio deve ser realizado conforme as temperaturas e pressões definidas na Tabela VI.

Tabela VI

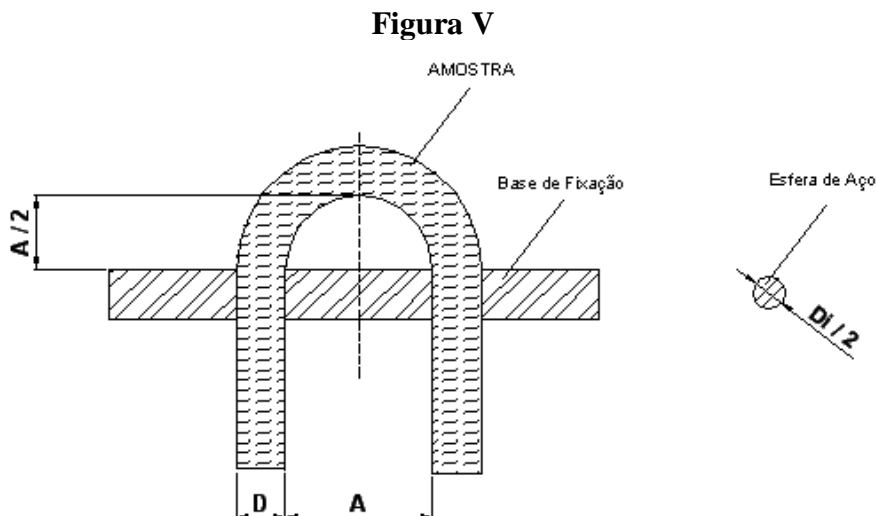
Tipo de Ensaio	Temperatura (^oC)	Pressões de Ensaio	
		Primeiro	Segundo
Temperatura Ambiente	15 a 20	$0{,}025.P_s$	$1{,}5.\ P_s$
Alta Temperatura	120 $\pm$ 5%	$0{,}05.\ P_s$	$1{,}5.\ P_s$
Baixa Temperatura	-20 $\pm$ 5%	$0{,}75.\ P_s$	$0{,}025.P_s$

3.5.2 Aceitação
Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

3.6 Dobramento
Para a realização deste ensaio deve ser utilizado o dispositivo da Figura IV.

3.6.1 Fixar a amostra no dispositivo e mantê-la nessa condição por um período mínimo de 5 minutos.

3.6.2 Após o período indicado no item 3.6.1, introduzir a esfera com as dimensões indicadas na Figura V em uma das extremidades da amostra. O diâmetro interno livre da amostra deve permitir a passagem da esfera até a outra extremidade sem interferências.

Figura V

Onde:
D = Diâmetro Externo da Amostra (mm)
Di = Diâmetro Nominal Interno da Amostra (mm)
A $\leq$ 20 x Di

3.7 Envelhecimento por Oxigênio
Todas as partes sintéticas ou não metálicas dos componentes com finalidade de vedação do combustível cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade satisfatória quando expostos a oxigênio devem ter amostras representativas ensaiadas conforme o procedimento descrito neste anexo. As amostras não devem apresentar evidências visíveis de degradação quando expostas ao oxigênio por 96 horas, à temperatura de 70 ^{o}C e pressão de 2 MPa (20 bar).

3.8 Imersão em Hidrocarbonetos de Material Sintético Não-Metálico

3.8.1 Um componente não metálico utilizado como parte de um conjunto, cujo fabricante não apresente relatórios de ensaios do material, deverá ser submetido ao ensaio de resistência a hidrocarbonetos.

3.8.2 Um componente não metálico que na aplicação esteja exposto a gás natural não deve apresentar variações significativas de volume e ou massa quando submetido a ensaios conforme o seguinte procedimento:

3.8.2.1 Realizar medições para determinação da massa e do volume em amostras do componente a ser ensaiado.

3.8.2.2 Introduzir as amostras numa câmara, conforme a Figura VI, nas condições de ensaio descritas na Tabela VII.

Figura VI

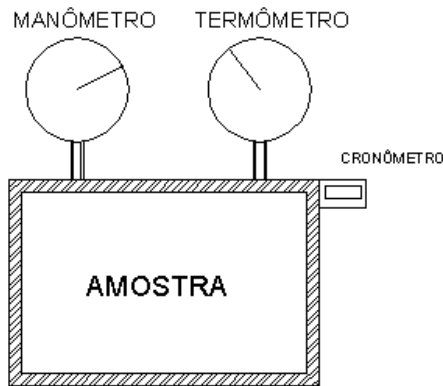



Tabela VII

Fluido no Interior da Câmara	Pressão no interior da Câmara	Período de Exposição (Mínimo)
Gás Natural	20 MPa	70 horas

3.8.2.3 Após o período mínimo de exposição retirar as amostras da câmara de ensaio e verificar as dimensões das amostras.

3.8.2.4 Após o ensaio as amostras não devem apresentar dilatação volumétrica maior do que 25% ou retração volumétrica maior do que 1% em relação ao volume inicial. A variação de massa não deve exceder a 10%.

3.9 Compatibilidade de Componentes ou Subcomponentes de Latão

Todos os componentes manufaturados em latão, cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade com relação a este requisito deverão ser submetidos a ensaios de acordo com o procedimento descrito (fabricantes de componentes capazes de apresentar documentação comprobatória da “field-worthiness” dos seus produtos estão isentos deste requisito).

a) Submeter à amostra às tensões impostas como resultado da montagem com outros componentes conforme as instruções de montagem do fabricante. As tensões aplicadas devem ser mantidas durante todo o ensaio. As amostras com roscas, devem ser acopladas a componentes que reproduzam a montagem final com o torque de aperto conforme as instruções de montagem do fabricante e nenhum tipo de elemento para vedação das roscas deve ser aplicado.
b) A amostra deve ser desengraxada e continuamente exposta por 240 horas na condição regular de utilização no interior de uma câmara de vidro com capacidade aproximada de 30 litros, dotada de tampa contendo uma solução de amônia, água e ar à pressão atmosférica e temperatura de 34°C +/- 2ºC. Manter na câmara aproximadamente 600 cm³ da solução de amônia e água com densidade relativa igual a 0,94. A amostra deve estar posicionada a distancia de 40 mm acima do nível da solução de amônia e água e mantida suspensa através de suporte resistente à ação de amônia.

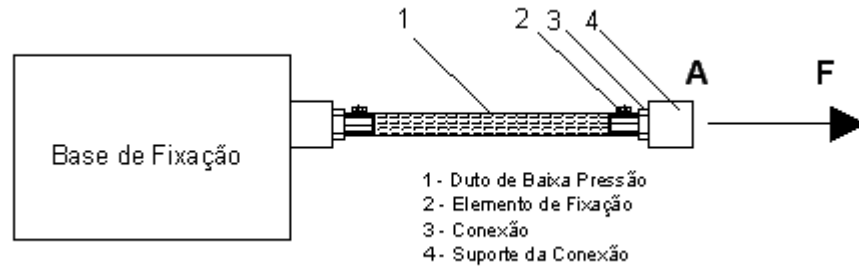
Nota: a amostra não deve apresentar evidências de trincas quando examinada com aumento de 25 vezes após ser submetida ao este ensaio nas condições descritas.

3.10 Aderência (“Pull-Off”)

Este ensaio deve ser realizado com todos os componentes descritos no item 1 deste Anexo.

3.10.1 Os componentes devem ser montados e fixados conforme as especificações do fabricante no dispositivo de ensaio da Figura VII.

3.10.2 Através da extremidade A aplicar progressivamente a carga F de tração na direção longitudinal do conjunto montado na razão máxima de 250 N/min até a separação dos componentes.

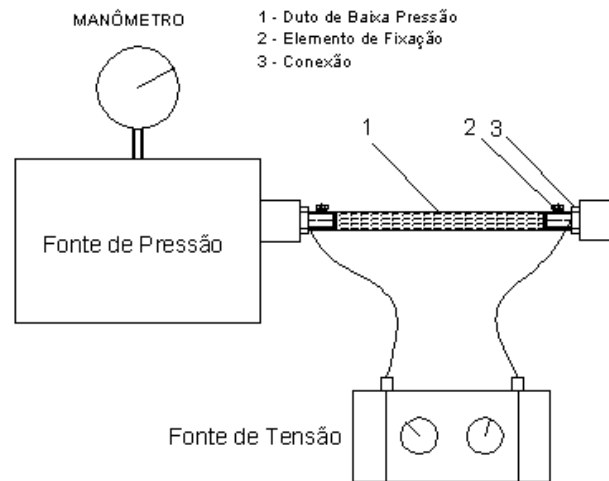
Figura VII

3.10.3 A carga de separação requerida é calculada por:

$$F \geq (\pi \cdot D_i^2 \cdot P) / 4$$

Onde:
F = Carga de Tração aplicada (N)
D_i = Diâmetro Interno nominal do Duto de Baixa Pressão (mm)
P = Pressão de Serviço (MPa)

3.11 Resistência a Condutividade Elétrica
Para este ensaio deve ser utilizado o dispositivo da Figura VIII.
Este ensaio é realizado com o objetivo de verificar a resistência elétrica da amostra quando aplicada uma tensão elétrica, conforme o seguinte procedimento:

3.10.1 Submeter à amostra à pressão de serviço especificada (P_S). Verificar a resistência elétrica da amostra aplicando uma ddp de 500 VDC e medir o valor da corrente elétrica correspondente. A resistência elétrica entre as conexões em cada extremidade da amostra deve ser menor ou igual a 1 M□ / m.

Figura VIII

3.12 Permeabilidade
Este ensaio deve ser realizado com todos os componentes descritos no item 1 deste Anexo. Selecionar um segmento de duto de baixa pressão com comprimento L.

3.12.1 Determinar o volume hidráulico em cm^3 do conjunto a ser ensaiado utilizando água e registrar o valor encontrado (V_h)

3.12.1 Os componentes devem ser montados e fixados conforme as especificações do fabricante no dispositivo de ensaio da Figura VIII.

3.12.2 Verificar e Eliminar eventuais vazamentos aplicando a pressão de serviço. Monitorar eventuais vazamentos através dos manômetros 1 e 5. Após a verificação despressurizar o sistema.

3.12.3 Anotar o Diâmetro Interno (D_I) e Comprimento (L) da amostra a ser ensaiada.

3.12.4 Aplicar a pressão de serviço no conjunto montado, fechar as válvulas V_1 e V_2 e anotar a Pressão inicial (P_i) indicada no Manômetro 5. Monitorar os vazamentos no interior da câmara A durante 336 horas contínuas (14 dias) através dos manômetros 5.

3.12.5 Após o período de submissão descrito no item 3.12.2 anotar a Pressão final (P_f) indicada no Manômetro 5.

3.12.6 Calcular o Volume Total liberado por unidade de comprimento aplicando a formula:

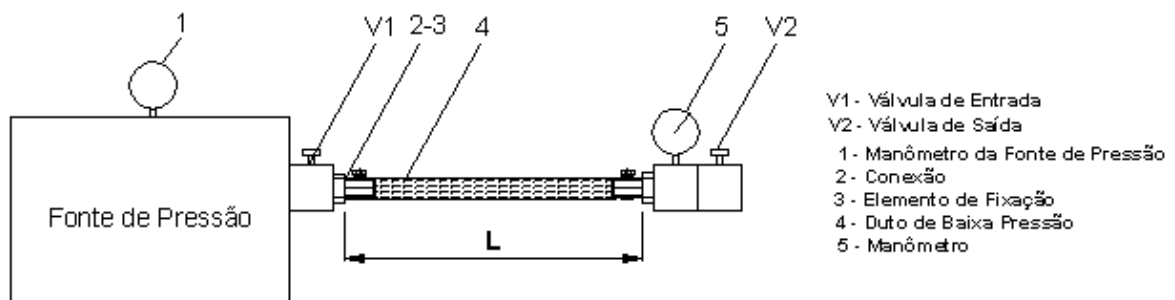
$$V_T = \frac{\Delta P \cdot V_h \cdot K \cdot 10^5}{T}$$

Onde:

L = Comprimento da Amostra (m)
P_I = Pressão Inicial (MPa)
P_F = Pressão Final (MPa)
V_h = Volume hidráulico da Amostra (cm^3)
□**P** = $P_I - P_F$ (MPa)
K = Constante Dimensional para GNV a 20 °C (kmol.°K.m^2/kgf) = 2,948 x 10^{-2}
T = Temperatura do Ensaio (°K)
V_{Tm} = Volume Total de GMV liberado por metro (cm^3/m)

$$V_{Tm} = V_T / L$$

$$V_{Tm} \leq 25\ cm^3 / m$$

Figura IX

4 ACEITAÇÃO

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 3.
Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.

ANEXO F – REDUTOR DE PRESSÃO E SUAS CONEXÕES
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

Componente da Instalação de GNV destinado a reduzir a pressão do cilindro às pressões compatíveis com as condições de alimentação requeridas pelo motor. Deve possuir um dispositivo dinâmico de alívio de pressão incorporado ao estágio de maior pressão com canal de descarga direcionado ao último estágio ou para a atmosfera.

1.1 O fabricante deve apresentar o memorial descritivo contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) Pressão de Serviço na Entrada (Máxima)
b) Pressão de Saída
c) Pressões Nominais de todos os estágios
d) Pressão de Abertura do Dispositivo de Alívio
e) Características Principais de Operação dos Dispositivos Elétricos Incorporados.
f) Instruções de aplicação, montagem, operação e manutenção.
g) Período de Garantia declarado

1.2 O Redutor de Pressão deve ser classificado conforme a Tabela I deste anexo.

Tabela I

Tipo de Sistema de Alimentação		$P_{Saída}$ (MP$_a$)
I	Alimentação por pressão negativa (aspiração)	$\leq$ 0,1
II	Alimentação por pressão positiva (injeção)	> 0,1

2 ENSAIOS

Os Redutores de Pressão definidos neste regulamento técnico devem atender aos requisitos para os seguintes ensaios, onde aplicáveis:

a. Resistência Hidrostática
b. Operação Continuada
c. Estanqueidade do Conjunto
d. Resistência Hidrostática da Carcaça
e. Pressão de Abertura da Válvula de Alívio de Pressão
f. Imersão em Hidrocarbonetos de Material Sintético Não Metálico
g. Compatibilidade de Componentes de latão
h. Corrosão
i. Envelhecimento por Oxigênio
j. Vibração
k. Tensões Elétricas Máximas e Mínimas de Operação
l. Resistência do Isolamento Elétrico
m. Choque por Pressão
n. Resistência a Baixas Temperaturas

Os ensaios aplicáveis para cada componente conforme suas concepções estão descritos na TABELA II deste anexo.

Tabela II

ENSAIOS APLICÁVEIS	
TIPO DO COMPONENTE	**ENSAIOS**
Conjunto Montado	a, b, c, j, k, l, m, n
Carcaça	d
Conexões de Alta Pressão (Latão)	a, g
Conexões de Alta Pressão (Aço C)	a, h
Conexões de Baixa Pressão (Termoplásticos)	a, g, j
Membranas e Componentes de Vedação	g, j
Componentes Elétricos	l, n
Elementos de Fixação	i, h
Tampas da Carcaça	i, j
Válvula de Alívio de Pressão	c, d, e, f

Notas:

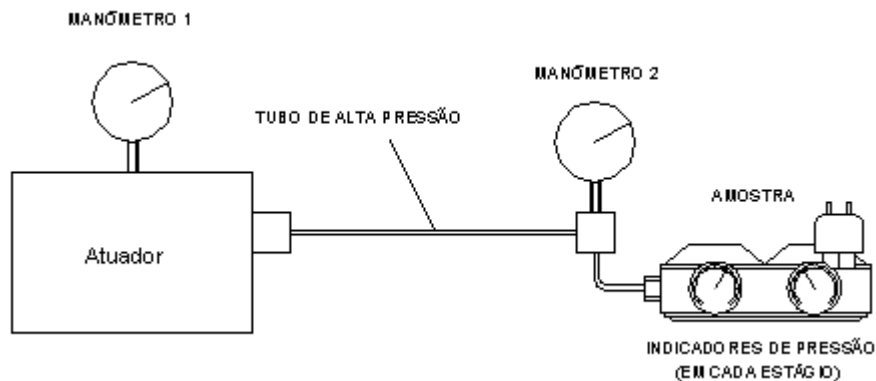
1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas devem ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.
3) Devem ser realizados ensaios de estanqueidade em 100% do lote de fabricação à temperatura ambiente.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Resistência Hidrostática

3.1.1 Conjunto Montado

Para este ensaio devem ser utilizados água ou óleo como fluidos de testes à temperatura ambiente em um dispositivo de testes conforme a Figura I, conforme o Procedimento de Ensaio descrito no item 3.1.1.1 deste anexo. As amostras utilizadas neste ensaio não devem ser utilizadas para quaisquer outros ensaios.

Figura I

3.1.1.1 Procedimento de Ensaio

3.1.1.1.1 Instalar instrumentos de medição de pressão em cada estágio do redutor de pressão.

3.1.1.1.2 Aplicar na entrada do redutor a pressão hidrostática de 20,0 MP_a por um período mínimo de 3 minutos. As pressões indicadas nos manômetros 1 e 2 não podem variar durante o período do ensaio. Observar as pressões indicadas em cada estágio e registrá-las no relatório.

3.1.1.1.3 Adotar o procedimento descrito em 3.1.1.1, aplicando na entrada do redutor de pressão as pressões de 40,0 MP_a, 60,0 MP_a e 80,0 MP_a, registrando os valores de pressão indicados em cada estágio em cada condição de pressão de entrada.

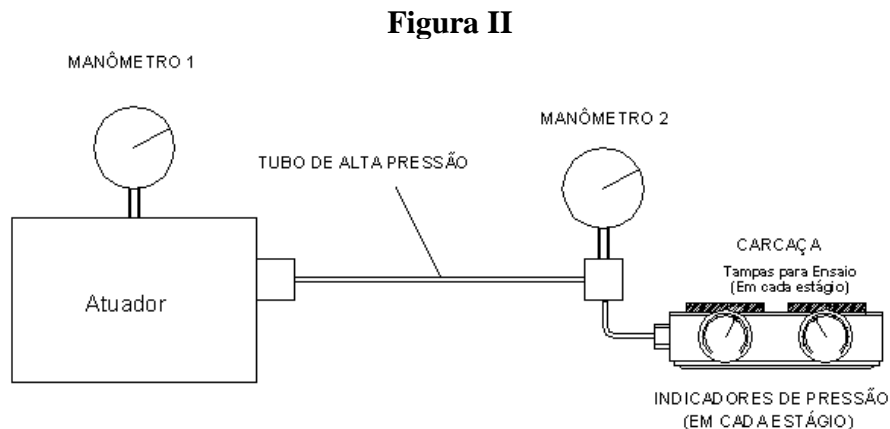
3.1.1.2 Aceitação

3.1.1.2.1 A amostra ensaiada não deve apresentar rupturas ou vazamentos.

3.1.2 Carcaça

Para este ensaio os requisitos do item 3.1.1 devem ser atendidos. O ensaio deve ser realizado conforme o procedimento de ensaio descrito em 3.1.2.1, utilizando o Dispositivo de Ensaio da Figura II.

Figura II

MANÔMETRO 1
MANÔMETRO 2
TUBO DE ALTA PRESSÃO
Atuador
CARCAÇA
Tampas para Ensaio
(Em cada estágio)
INDICADORES DE PRESSÃO
(EM CADA ESTÁGIO)

3.1.2.1 Procedimento de Ensaio

3.1.2.1.1 Desmontar o conjunto do redutor de pressão.

3.1.2.1.2 Tamponar todas os orifícios de saída da carcaça e os orifícios de passagem entre os estágios.

3.1.2.1.3 Retirar a Válvula de Alívio de Pressão e tamponar o orifício.

3.1.2.1.4 Tamponar cada um dos estágios.

3.1.2.1.5 Instalar os Indicadores de Pressão em cada um dos estágios.

3.1.2.1.6 Instalar a carcaça no Dispositivo de Ensaio da Figura II.

3.1.2.1.7 Aplicar em cada estágio a pressão correspondente a 4 vezes à pressão registrada em cada estágio conforme obtida na condição de pressão de entrada de 20,0 MP_a no item 3.1.1.1.2 deste Anexo. As pressões indicadas nos manômetros 1 e 2 não podem variar durante o período do ensaio.

3.1.2.2 Aceitação

A carcaça ensaiada não deve apresentar rupturas ou vazamentos em quaisquer dos estágios.

3.2 Operação Continuada

3.2.1 A amostra deve ser submetida a ensaios de operação continuada conforme as temperaturas e pressões indicadas na Tabela III. Durante o ensaio a Válvula de Corte Automático deve ser mantida aberta e o fluxo deve ser capaz de provocar o máximo de deslocamento dos componentes móveis internos do redutor de pressão. Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste. Os ensaios devem ser desenvolvidos conforme descrito no Procedimento de Ensaios do item 3.2.1.

Tabela III

Tipo de Ensaio	**Temperaturas (^{o}C)**	**Pressão máxima (MP_a)**	**Nº de Ciclos (mínimo)**
Ciclo de Temperatura Ambiente	15 a 25	22,0 ± 0,05	48000
Ciclo de Alta Temperatura	120 ± 5%	22,0 ± 0,05	1000
Ciclo de Baixa Temperatura	-20 ± 5%	11,0 ± 0,05	1000

3.2.2 Para a execução do ensaio de operação continuada deve ser utilizado um dispositivo de ensaio conforme a Figura III

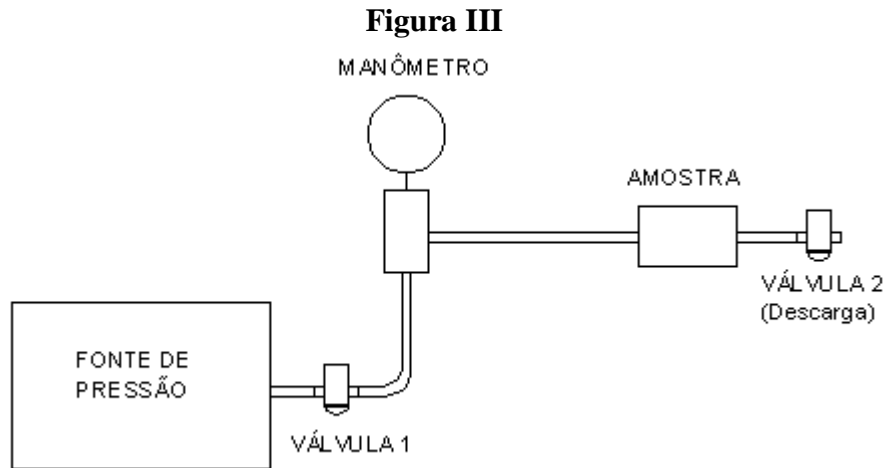
Figura III

MANÔMETRO

AMOSTRA

VÁLVULA 2
(Descarga)

FONTE DE
PRESSÃO

VÁLVULA 1

3.2.1 Procedimento de Ensaio

3.2.1.1 Preparação da amostra para ensaio

3.2.1.1.1 Submeter à amostra ao ensaio de estanqueidade descrito no item 3.4 deste Anexo à temperatura ambiente.

3.2.1.1.2 Após o ensaio de estanqueidade descrito em 3.2.1.1.1 submeter à amostra à exposição de névoa salina, conforme descrito no item 3.3 deste anexo.

3.2.1.1.3 Após o período de exposição mencionado em 3.2.1.1.2, independente da ocorrência de pontos de corrosão, submeter à amostra ao ensaio de estanqueidade descrito no item 3.4 deste Anexo à temperatura ambiente. Caso os requisitos de estanqueidade não sejam atendidos, o ensaio deve ser interrompido. O ensaio de estanqueidade nesta fase é facultativo, devendo ser realizado apenas com a aceitação do fabricante.

3.2.1.1.4 Após a realização das etapas descritas em 3.2.1.1.1, 3.2.1.1.2 e 3.2.1.1.3 submeter à amostra às condições mencionadas na Tabela III. Os ciclos devem ser desenvolvidos conforme as condições e valores indicados na Tabela IV.

Tabela IV

FASE	Válvula 1	Válvula 2	Amostra Ensaiada	Manômetro
1	aberta	fechada	pressurizada	Conforme Tabela III
2	aberta	aberta	pressurizada em regime	Conforme Tabela III
Nº de ciclos	Conforme a Tabela III			
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto			

3.2.1.1.4 Após a realização do ensaio de operação continuada a amostra deve ser submetida ao ensaio de estanqueidade conforme descrito no item 3.4 deste Anexo.

Nota: a critério do fabricante, podem ser realizados ensaios de estanqueidade parciais interrompendo-se o ciclo, desde que a amostra ensaiada seja condicionada conforme as condições mencionadas na Tabela III para a continuidade dos ensaios. No caso da amostra não atender aos requisitos de estanqueidade no ensaio parcial, o ensaio deve ser interrompido.

3.3 Resistência a Corrosão

Os componentes externos fabricados em Aço Carbono devem ser submetidos a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o seguinte procedimento:

3.3.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.

3.3.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33 ^{o}C e 36 ^{o}C.

3.3.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.

3.3.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais. A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha em superfície com área maior do que 5% da área total exposta.

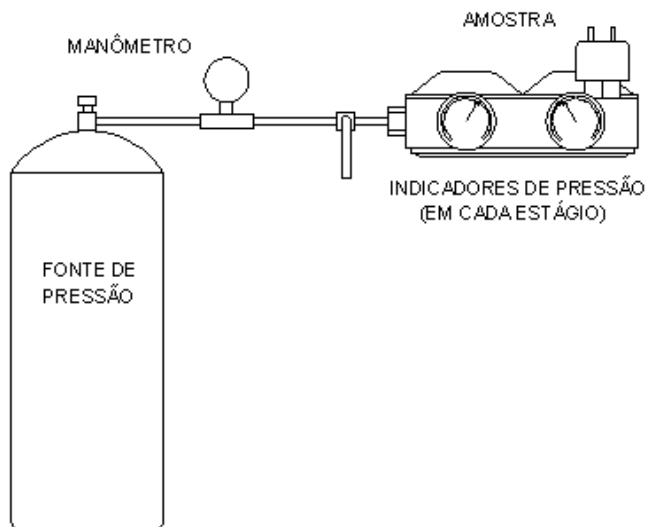
3.3.5 Após o ensaio de corrosão a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.5 deste Anexo.

3.4 Estanqueidade

Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste. Os ensaios devem ser desenvolvidos conforme descrito no Procedimento de Ensaio do item 3.4.1. Este ensaio deve ser realizado conforme as temperaturas e pressões definidas na Tabela V, utilizando o dispositivo de ensaio da Figura IV.

Tabela V

Condições de Ensaio	Temperaturas	Condicionamento (h)	Pressão (MP_a)
Temperatura Ambiente	15 ^{o}C a 25 ^{o}C	-	30,0
Alta Temperatura	120 $\pm$ 5%	2	30,0
Baixa Temperatura	-20 $\pm$ 5%	2	30,0

Figura IV

3.4.1 Procedimento de Ensaio

3.4.1.1 Instalar os Indicadores de Pressão em cada um dos estágios do redutor de pressão. Essa medida permite a verificação de atuação da pressão aplicada em todos os estágios durante a realização dos ensaios.

3.4.1.2 Instalar a amostra no dispositivo de ensaio

3.4.1.3 Na temperatura ambiente aplicar a pressão indicada na Tabela V por um período mínimo de 2 minutos.

3.4.1.4 Submergir a amostra em água por um período mínimo de 2 minutos e verificar a ocorrência de vazamentos.

3.4.1.5 Após o ensaio mencionado no item 3.4.1.4 condicionar a amostra em cada condição de temperatura mencionada na Tabela V e adotar o mesmo procedimento descrito naquele item.

3.4.2 Aceitação

Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar bolhas. Caso sejam observadas bolhas o vazamento deve ser medido e deve ser inferior a 20 cm^3/h. Como método alternativo para a detecção de vazamentos podem ser utilizados ensaios a vácuo de hélio (método de acumulação global) ou outro método equivalente.

3.5 Determinação da temperatura de amolecimento do componente de vedação da Válvula de Alívio de Pressão

Este ensaio deve ser realizado caso o fabricante não apresente um relatório de ensaio evidenciando as características do produto quando aplicável como elemento de vedação direta em dispositivos de alívio de pressão.

3.5.1 Retirar uma amostra do polímero a ser aplicado no componente de vedação com comprimento de 100 mm e diâmetro não superior a 2 mm ao diâmetro utilizado na peça. As faces devem ser usinadas com bom acabamento superficial para permitir a leitura da dureza. A face da amostra que utilizada para leitura da dureza deve ser novamente usinada para não provocar distorções de leitura.

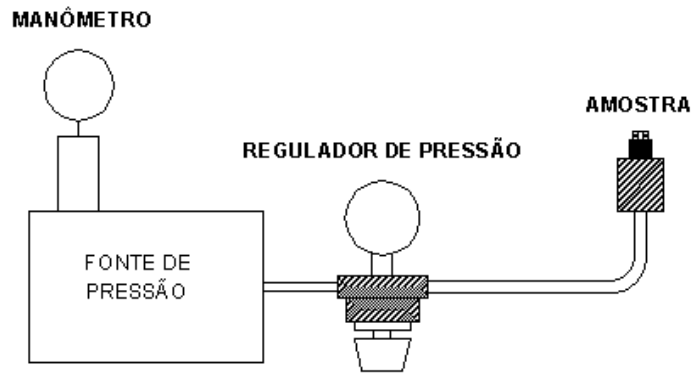
3.5.2 Realizar no mínimo 3 medições de dureza no corpo de prova a 20^o C, utilizando a escala “Shore D”.

3.5.3 Após as medições do item 3.5.2 deste anexo, introduzir o corpo de prova em uma estufa à temperatura de 60^o C durante um período não inferior a 10 minutos e realizar medições de dureza a essa temperatura.

3.5.4 Repetir o procedimento mencionado no item 3.5.3 deste anexo, com incrementos de 10^o C até a temperatura de amolecimento do corpo de prova. A temperatura de amolecimento $\mathbf{T_A}$ é aquela na qual a dureza apresente um valor inferior a 90% em relação à dureza inicial e não deve ser superior a 120^o C. A temperatura de derretimento $\mathbf{T_D}$ é aquela na qual a dureza apresente um valor inferior a 60% em relação à dureza inicial. A dureza medida deve ser registrada em cada temperatura a que o corpo de prova for submetido até que a temperatura de derretimento seja atingida. Caso as amostras sejam aprovadas, o lote correspondente é considerado aprovado, caso contrário deve ser rejeitado.

3.6 Ensaio de abertura da Válvula de Alívio de Pressão

A Válvula de Alivio a ser ensaiada deve ser instalada simulando sua aplicação ao redutor de pressão num recipiente contendo ar comprimido, nitrogênio ou gás natural conforme ilustrado na (FIGURA V) com o seguinte procedimento:

FIGURA V

3.6.1 A amostra da válvula deve estar calibrada conforme especificado pelo fabricante, e anotada a sua a pressão de ajuste declarada (P_1).

3.6.2 Condicionar a amostra à temperatura T_A – 10° C por um período não inferior a 10 minutos. Após permanecer na estufa a válvula deve ser submetida ao dispositivo de ensaio (FIGURA E) e verificada a sua pressão de abertura (P_2), que não deve ser maior e nem inferior a 95% da pressão inicialmente obtida (P_1). O mesmo procedimento deve ser adotado com a estufa na temperatura de amolecimento do polímero. A nova pressão de abertura (P_3) deve ser, no máximo, 95% da pressão inicial (P_1).

3.6.3 Aceitação

3.6.3.1 $P_2 \leq 0{,}95.\ P_1$

3.6.3.2 $P_3 \leq 0{,}95.\ P_1$

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.

3.7 Envelhecimento por Oxigênio

Todas as partes sintéticas ou não metálicas dos componentes com finalidade de vedação do combustível cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade satisfatória quando expostos a oxigênio devem ter amostras representativas ensaiadas conforme o procedimento descrito neste anexo. As amostras não devem apresentar evidências visíveis de degradação quando expostas ao oxigênio por 96 horas, à temperatura de 70 °C e pressão de 2 MPa (20 bar).

3.8 Resistência a Hidrocarbonetos dos Componentes Não-Metálicos

3.8.1 Um componente não metálico utilizado como parte de um conjunto, cujo fabricante não apresente relatórios de ensaios do material, deverá ser submetido ao ensaio de resistência a hidrocarbonetos.

3.8.2 Um componente não metálico que na aplicação esteja exposto a gás natural não deve apresentar variações significativas de volume e ou massa quando submetido a ensaios conforme o seguinte procedimento:

3.8.2.1 Realizar medições para determinação da massa e do volume em amostras do componente a ser ensaiado.

3.8.2.2 Introduzir as amostras numa câmara, conforme a Figura V, nas condições de ensaio descritas na Tabela VI.

FIGURA VI

TABELA VI

Fluido no Interior da Câmara	Pressão no interior da Câmara	Período de Exposição (Mínimo)
Gás Natural	20 MP_a	70 horas

3.8.2.3 Após o período mínimo de exposição retirar as amostras da câmara de ensaio e verificar as dimensões das amostras.

3.8.2.4 Após o ensaio as amostras não devem apresentar dilatação volumétrica maior do que 25% ou retração volumétrica maior do que 1% em relação ao volume inicial. A variação de massa não deve exceder a 10%.

3.9 Compatibilidade de Componentes de Latão

Todos os componentes manufaturados em latão, cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade com relação a este requisito deverão ser submetidos a ensaios de acordo com o procedimento descrito (fabricantes de componentes capazes de apresentar documentação comprobatória da "field-worthiness" dos seus produtos estão isentos deste requisito):

a) Submeter à amostra às tensões impostas como resultado da montagem com outros componentes conforme as instruções de montagem do fabricante. As tensões aplicadas devem ser mantidas durante todo o ensaio. As amostras com roscas devem ser acopladas a componentes que reproduzam a montagem final com o torque de aperto conforme as instruções de montagem do fabricante e nenhum tipo de elemento para vedação das roscas deve ser aplicado.
b) A amostra deve ser desengraxada e continuamente exposta por 240 horas na condição regular de utilização no interior de uma câmara de vidro com capacidade aproximada de 30 litros, dotada de tampa contendo uma solução de amônia, água e ar à pressão atmosférica e temperatura de 34°C +/- 2ºC. Manter na câmara aproximadamente 600 cm³ da solução de amônia e água com densidade relativa igual a 0,94. A

amostra deve estar posicionada a distancia de 40 mm acima do nível da solução de amônia e água e mantida suspensa através de suporte resistente à ação de amônia.

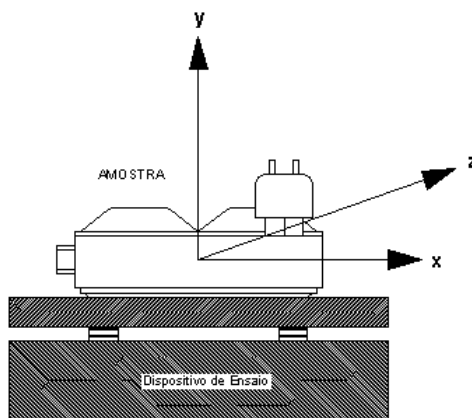
Nota: a amostra não deve apresentar evidências de trincas quando examinada com aumento de 25 vezes após ser submetida ao este ensaio nas condições descritas.

3.11 VIBRAÇÃO

A amostra deve ser submetida a ensaio de vibração conforme o procedimento de ensaio descrito no item 3.11.1 deste anexo

3.11.1 Procedimento de Ensaio

3.11.1.1 Fixar a amostra no dispositivo de ensaio da Figura VII e submetê-la a vibrações por um período de 2 horas com freqüência de 17 Hz e amplitude de 1,5 mm em cada um dos três eixos de orientação.

Figura VII

3.11.1.2 Após o período completo de 6 horas dos ensaios descritos no item 3.8.1.1 deste anexo, a amostra deve ser submetida ao ensaio de Estanqueidade à temperatura ambiente prescrito no item 3.4 deste Anexo.

3.11.2 Aceitação
Aprovação no ensaio de Estanqueidade

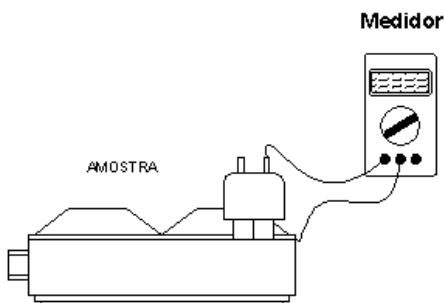
3.12 Resistência do Isolamento Elétrico
Este ensaio é realizado com o objetivo de detectar falhas de isolamento elétrico da amostra quando aplicada uma tensão elétrica, conforme o seguinte procedimento:

3.12.1 Submeter à amostra à pressão de serviço especificada (P_S).

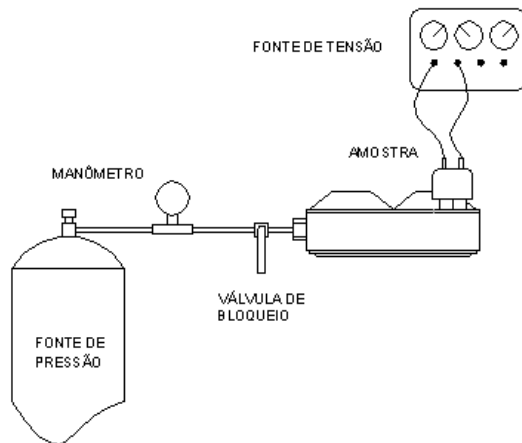
3.12.2 Utilizando instrumento de medição de resistências elétricas (FIGURA VIII) aplicar um valor de tensão equivalente a 1.000 VDC entre os terminais elétricos e o corpo da amostra por um período mínimo de 2 segundos.

Figura VIII

Medidor

AMOSTRA

3.12.2 Aceitação
A resistência elétrica mínima admissível deve ser de 240 k□.

3.13 Tensões Elétricas Máxima e Mínima de Operação
Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste na temperatura ambiente. Os ensaios devem ser desenvolvidos conforme descrito no Procedimento de Ensaio do item 3.13.1. Este ensaio deve ser realizado utilizando o dispositivo de ensaio da Figura IX.

Figura IX

3.13.1 Procedimento de ensaio

3.13.1.1 Tensão Elétrica Máxima (Sobrecarga)

3.13.1.1.1 Com a Válvula de Bloqueio fechada, instalar a amostra no dispositivo de ensaio da Figura IX e conectar os terminais de alimentação da Válvula Solenóide a uma fonte de tensão compatível à tensão nominal de serviço informada pelo fabricante.

3.13.1.1.2 Com a Válvula de bloqueio fechada, manter a amostra despressurizada e aplicar a tensão de ensaio equivalente a 150% da tensão de serviço com tolerância de $\pm$ 1,0 V por um período não inferior a 3 minutos.

3.13.1.1.3 Após o período de aplicação mencionado em 3.13.1.1.2 deste anexo, suprimir a alimentação da fonte de tensão e abrir a Válvula de Bloqueio submetendo a amostra à pressão de serviço na entrada do redutor de pressão (20,0 MP_a).

3.13.1.1.4 Ajustar a fonte de tensão para a tensão nominal de serviço, aplicá-la à Válvula Solenóide e verificar sua abertura.

3.13.1.2 Tensão Elétrica Mínima

3.13.1.2.1 Proceder conforme os itens 3.13.1.1.1 e 3.13.1.1.2 deste anexo.

3.13.1.2.2 Após os procedimentos mencionados em 3.13.1.2.1 deste anexo, suprimir a alimentação da fonte de tensão e abrir a Válvula de Bloqueio submetendo a amostra à pressão de serviço na entrada do redutor de pressão (20,0 MP_a).

3.13.1.2.3 Ajustar a fonte de tensão para a tensão equivalente a 85% da tensão nominal de serviço, aplicá-la à Válvula Solenóide e verificar sua abertura.

3.13.2 Aceitação
A Válvula Solenóide deve operar normalmente quando submetidas às condições mencionadas nos itens 3.13.1.1 e 3.13.1.2 deste Anexo.

3.14 Choque por pressão
Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste na temperatura ambiente utilizando o dispositivo de ensaio da Figura X. Os ensaios devem ser desenvolvidos conforme descrito no Procedimento de Ensaio do item 3.14.1 deste anexo. O número de ciclos a serem realizados deve ser o período de garantia declarado pelo fabricante (n° de anos) multiplicado por 1.500.

N = 1500.G

Onde:
N = n° de ciclos a serem aplicados
G = Período de garantia declarado pelo fabricante (anos)
Nota : O fator 1500 corresponde à estimativa de 4 abastecimentos diários em um período de 1 ano.

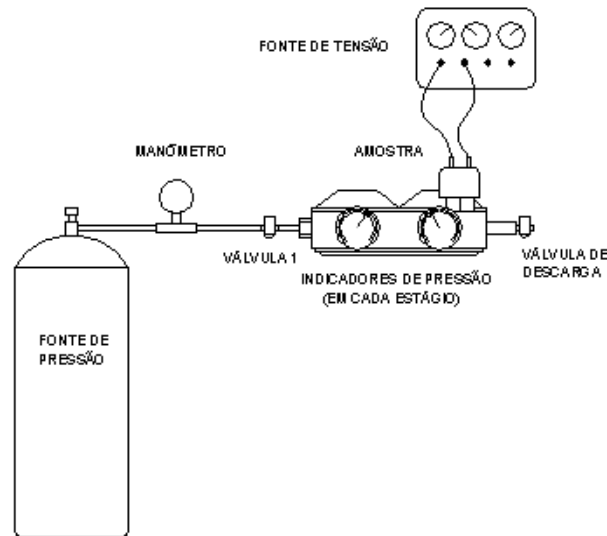
Figura X

O ensaio deve ser desenvolvido conforme as condições da Tabela VII.

Tabela VII

FASE	Válvula 1	Válvula de Descarga	Amostra Ensaiada	Manômetro
1	aberta	fechada	pressurizada	22,0 ± 0,05 MP_a
2	fechada	aberta	despressurizada	0,0 MP_a
Nº de ciclos	N = 1500.G			
Freqüência	Não superior a 10 ciclos por minuto			

3.14.1 Procedimento de ensaio

3.14.1.1 Instalar os indicadores de pressão em cada estágio do redutor de pressão.

3.14.1.2 Submeter à amostra ao ensaio de Estanqueidade à temperatura ambiente prescrito no item 3.4 deste Anexo e registrar o valor de pressão do 1° estágio.

3.14.1.3 Instalar a amostra no dispositivo de ensaio conforme a Figura X. Verificar a ocorrência de eventuais vazamentos na instalação e eliminá-los.

3.14.1.4 Energizar a Válvula Solenóide aplicando a tensão nominal de serviço. A Válvula Solenóide deve ser mantida energizada durante todo o período do ensaio.

3.14.1.5 Iniciar o ensaio aplicando o número de ciclos correspondentes conforme a Tabela VII.

3.14.1.6 Após a realização do número de ciclos a amostra deve ser submetida ao ensaio de Estanqueidade à temperatura ambiente prescrito no item 3.4 deste Anexo. No ensaio de Estanqueidade registrar o valor de pressão do 1° estágio.

3.14.2 Aceitação

3.14.2.1 Aprovação no ensaio de Estanqueidade

3.14.2.2 O valor de pressão observado no 1° estágio após a realização do ensaio de ciclos mencionado no item 3.14.1.5 deste anexo, não deve ser superior a 150% da pressão do mesmo estágio observada no início do ensaio como descrito no item 3.14.1.2 deste anexo.

3.15 RESISTÊNCIA A BAIXAS TEMPERATURAS

A amostra deve ser submetida às condições e procedimentos descritos no item 3.15.1 deste Anexo.

3.15.1 Procedimento de ensaio

3.15.1.1 Preencher completamente as câmaras do sistema de aquecimento do redutor de pressão com água e tamponar as saídas.

3.15.1.2 Submeter à amostra nas condições descritas no item 3.15.1.1 deste anexo à temperatura de 20 ^{o}C $\pm$ 5 ^{o}C por um período mínimo de 24 horas.

3.15.1.3 Após a exposição da amostra descrito no item 3.15.1.2 deste anexo, condicionar a amostra à temperatura ambiente e realizar ensaio de estanqueidade nas câmaras do sistema de arrefecimento aplicando a pressão pneumática de ensaio de 0,3 MP_a utilizando ar comprimido ou nitrogênio e observar a ocorrência de vazamentos.

3.15.2 Aceitação

A amostra não deve apresentar rupturas e ou vazamentos

4 ACEITAÇÃO

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 2.

Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

ANEXO G – SUPORTE DE CILINDROS
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.1 Deve fixar o cilindro em pelo menos duas secções de apoio.

1.2 Os elementos do Suporte do Cilindro (Abraçadeiras, Cintas, Batentes, Elementos de Proteção e Elementos de Fixação) devem garantir a rigidez da montagem de tal forma a impedir o deslocamento do cilindro em relação ao suporte;

1.3 O suporte não deve gerar pontos de desgaste e ou corrosão e ou deformação ao cilindro;

1.4 Deve ser compatível ao veículo para o qual foi projetado e não comprometer a resistência estrutural deste, de tal forma que os pontos de fixação sejam estabelecidos conforme os pontos resistentes da estrutura do veículo;

1.5 Não deve considerar o cilindro como elemento estrutural.

2 DOCUMENTOS E VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

2.1 Documentos

O fabricante deve apresentar documentos técnicos contendo no mínimo as seguintes informações:

a) Código ou Referência do modelo do suporte;
b) Denominação do modelo de Suporte de Cilindro conforme a classificação da Tabela I;
c) Desenho Técnico com dimensões contendo Planta, Elevação e Vista Lateral do conjunto montado com indicação da região frontal do veículo e tabela de cilindros aplicáveis contendo diâmetro nominal, comprimento nominal e massa (em kg).
d) Lista de materiais contendo os principais componentes (Denominação, Quantidade e Especificação Básica do Material);
e) Relação dos modelos de veículos para o qual o modelo do suporte é aplicado com respectiva indicação da disposição de montagem conforme a Figura I;
f) Massa Nominal do Suporte (em kg);
g) Peso Bruto Total (PBT) do veículo para o qual foi projetado;
h) Instruções de aplicação, montagem, operação e manutenção.

2.2 Classificação

O suporte deve ser classificado e verificado conforme os requisitos das Tabelas I e II e das Figuras I, II, III, IV deste Anexo.

Tabela I

POSIÇÃO	MASSA DO CILINDRO (KG)	Nº DE CINTAS	MATERIAL	SECÇÃO MÍNIMA	DIÂMETRO DO FURO NA BASE Vide 3	DIÂMETRO MÍNIMO DO PARAFUSO Vide 1 e 2	CHAPAS OU ARRUELAS DE REFÔRÇO Vide 2
	kg			mm	mm	mm	mm
Sobre o Assoalho	Até 120	2	ASTM A-36 ou Equivalente	30 x 3	12	10	50 x 50 x 4,7 ou □ 50 x 4,7
	Acima de 120 e Abaixo de 150	2		50 x 3	14	12	
	Igual ou Acima de 150	2		50 x 6	14	12	
Sob o Assoalho	Até 70	2		30 x 3	12	10	

	Acima de 70 e Abaixo de 120	3		50 x 3	14	12	
	Acima de 120 e Abaixo de 150	3		50 x 6	14	12	
	Igual ou Acima de 150	4		50 x 6	14	12	

Notas:
1. Parafusos e Porcas Auto travantes de Classe 8.8.
2. Parafusos, Porcas e Arruelas com proteção superficial contra corrosão.
3. 4 furos de Fixação nas extremidades da base (mínimo).

Tabela II

CONFIGURAÇÕES DE MONTAGEM		
TIPO DE CONSTRUÇÃO	**CONFIGURAÇÃO**	**DISPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO VEÍCULO**
Simples	FIGURA I	Transversal
	FIGURA II	Longitudinal
Agrupada	FIGURA III	Transversal Vertical
	FIGURA IV	Longitudinal Vertical
	FIGURA V	Transversal Horizontal
	FIGURA VI	Longitudinal Horizontal

Figura I

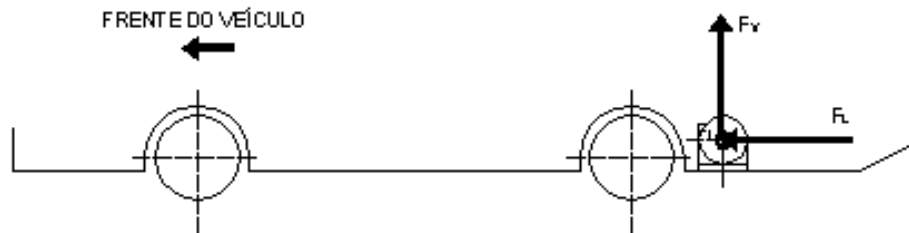



Figura II

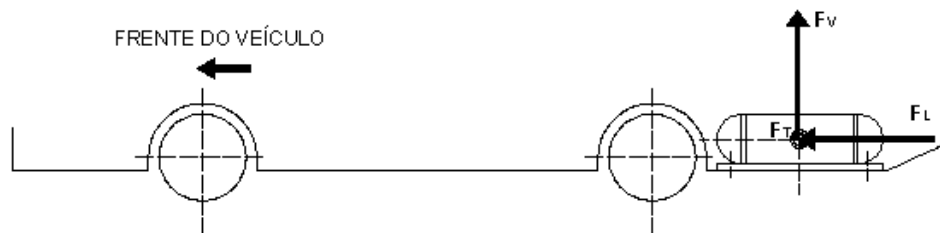



Figura III

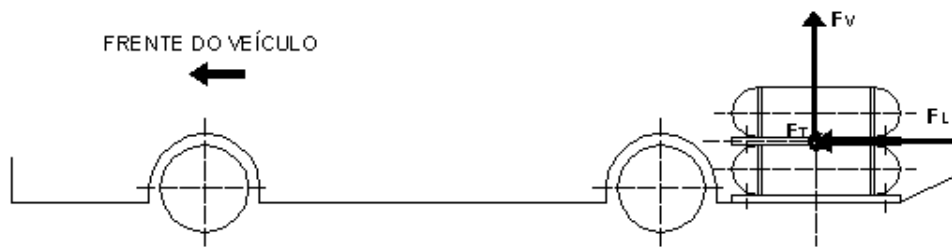
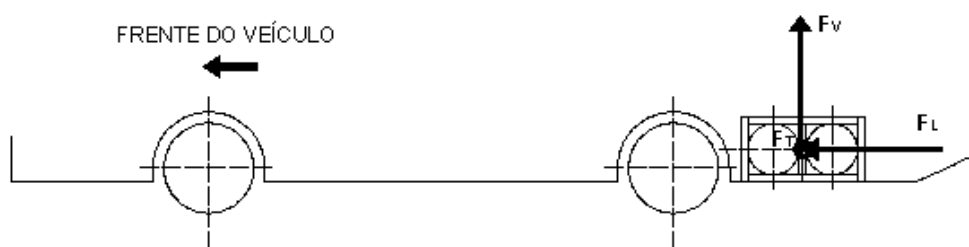



Figura IV

Figura V

Figura VI

3 ENSAIOS

Deve atender seguintes ensaios, onde aplicáveis.

a) Verificação Dimensional e Classificação;
b) Corrosão;
c) Envelhecimento por Oxigênio;
d) Resistência a esforços mecânicos

Os ensaios aplicáveis para cada componente conforme suas concepções estão descritos na TABELA II deste anexo.

Tabela III

ENSAIOS APLICÁVEIS	
Componente	Ensaios
Conjunto Montado (Base, Berço de Apoio, Abraçadeiras, Cintas, Batentes e Elementos de Proteção e Elementos de Fixação)	a, b, d
Elemento de Proteção	c

Notas:
1) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
2) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Verificação Dimensional e Classificação da Amostra

Uma amostra é definida como sendo um conjunto de suporte de cilindro com todos os seus componentes montados exceto o cilindro. Deve ser realizada a verificação dimensional da amostra conforme os requisitos da TABELA I. A amostra deve ser classificada por tipo conforme o item 2.2 deste anexo. As dimensões observadas e a classificação devem ser registradas no relatório de ensaio.

3.2 Corrosão

A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o procedimento descrito em 3.2.1.

3.2.1 Procedimento de Ensaio

3.2.1.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas. Nos casos onde as dimensões da amostra sejam incompatíveis com as dimensões da câmara de ensaio podem ser selecionados corpos de prova da mesma amostra. Os corpos de prova devem ser obtidos de secções que contenham solda e ou dobras. As regiões seccionadas onde ocorrer comprometimento do tratamento superficial devem ser protegidas.
3.2.1.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33 ^{o}C e 36 ^{o}C.
3.2.1.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.
3.2.1.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais.

3.2.2 Aceitação

A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha em superfície com área maior do que 5% da área total exposta. Nas regiões soldadas e ou dobradas não devem ocorrer pontos de corrosão vermelha.

3.3 Envelhecimento por Oxigênio

As amostras não devem apresentar evidências visíveis de degradação quando expostas ao oxigênio por 96 horas, à temperatura de 70^{o} C e pressão de 2 MP_a (20 bar).

3.4 RESISTÊNCIA A ESFORÇOS MECÂNICOS

3.4.1 Preparação do Ensaio

3.4.1.1 Para a realização dos ensaios deve ser utilizado um dispositivo para fixação do conjunto do suporte de cilindro que reproduza sua fixação e o diâmetro externo nominal do cilindro ou grupo de cilindros para o qual foi projetado e classificado conforme o item 2.2 deste Anexo.

3.4.1.2 Montar o conjunto do suporte (amostra) no dispositivo de ensaio utilizando apenas os componentes que compõe o conjunto fornecido pelo fabricante conforme as instruções de montagem.

3.4.1.3 Montar o(s) modelo(s) de cilindro(s) representativo(s) no suporte e fixá-lo apenas com os componentes e elementos de proteção e de fixação fornecidos pelo fabricante conforme as instruções de montagem.

3.4.1.4 Instalar os atuadores e instrumentos de medição conforme as Figuras VII-A, VII-B ou VIII. As cargas devem ser aplicadas na direção do centro de gravidade do conjunto montado.

Figura VII-A
Para Conjuntos Simples ou Agrupados dispostos horizontalmente

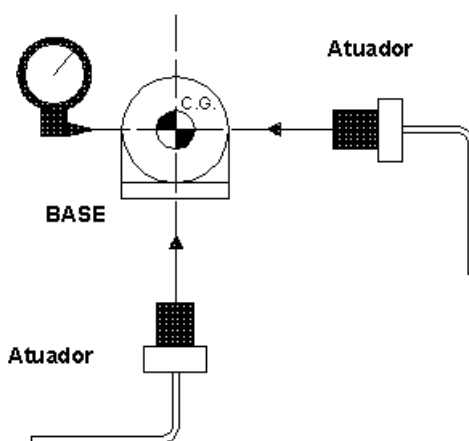



Figura VII-B
Para Conjuntos Simples ou Agrupados dispostos na posição horizontal

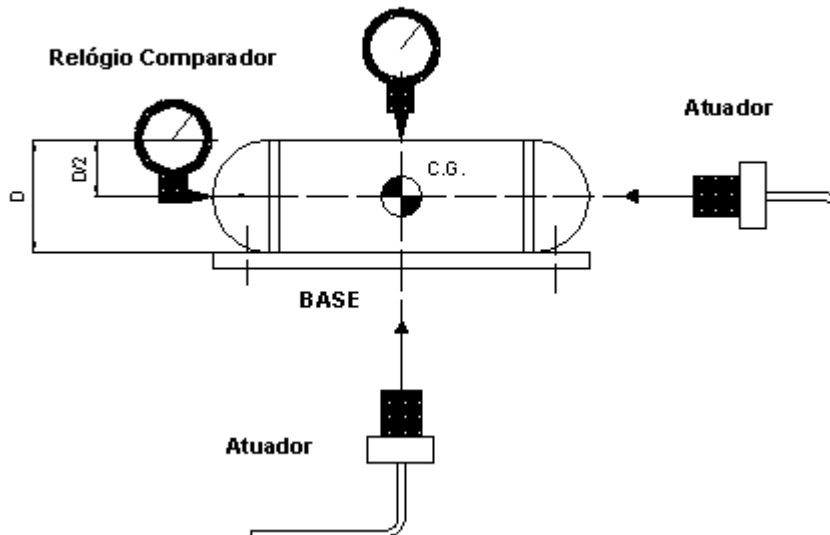
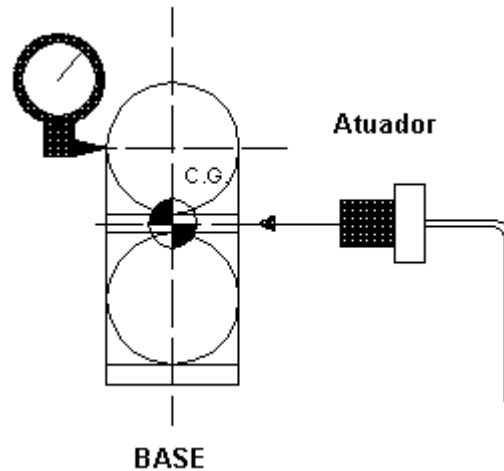



Figura VIII
Para Conjuntos Agrupados dispostos na posição vertical

3.4.2 Aplicação das cargas
3.4.2.1 Os valores das cargas devem ser calculados considerando a seguinte fórmula:

$$F = M_T.n.g \quad (N)$$

Onde:
M_T = Massa Total do Conjunto = M_C + M_{GNV} + M_S (kg)
M_C = Massa do Cilindro (kg)
M_{TGNV} = Massa do GNV (kg)
M_S = Massa do Suporte (kg)
g = Aceleração da gravidade = 9,8 m/s^2
n = Fator de Multiplicação (TABELA IV)

3.4.2.2 A Intensidade, Direção e Sentido das cargas devem ser adotadas conforme a TABELA IV e as FIGURAS de I a VI conforme a configuração de montagem classificada.

Tabela IV

Massa do Veículo (kg)	**DISPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO VEÍCULO**	**FATOR DE MULTIPLICAÇÃO (n)**		
		F_L	**F_T**	**F_V**
≤ 3.500	FIGURA I	20,0	8,0	4,5
	FIGURA II			
	FIGURA III			
	FIGURA IV			
	FIGURA V			
	FIGURA VI			
> 3.500	FIGURA I	10,0	5,0	4,5
	FIGURA II			
	FIGURA III			
	FIGURA IV			
	FIGURA V			
	FIGURA VI			

As cargas devem ser aplicadas na direção do centro de gravidade do conjunto conforme a disposição de montagem em relação ao veículo definidas nas FIGURAS de I a VI.

3.4.2.3 Ajustar os instrumentos de medição de deslocamento (relógio comparador) conforme definido nas FIGURAS VII-A, VII-B e VIII registrando a referência (D_0).

3.4.2.4 Aplicar a carga por um período mínimo de 60 segundos e registrar no relatório de ensaio o deslocamento (D_F).

3.4.2.5 Calcular o deslocamento máximo (D_{MAX}) conforme a fórmula:

$$\mathbf{D_{MAX} = D_F - D_0}$$

3.4.3 Aceitação

a) Os valores máximos de deslocamento definidos na TABELA V.

Tabela V

DESLOCAMENTO MÁXIMO (D_{MAX}) - (mm)		
F_L	F_T	F_V
≤ 50	≤ 20	≤ 20

b) O conjunto do suporte não deve apresentar trincas e ou rupturas. Para a detecção de trincas e ou rupturas pode ser utilizado o método através de liquido penetrante ou outro método equivalente.

4 Aceitação

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 2.
Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426

ANEXO H – SITEMA DE VENTILAÇÃO
Requisitos de Segurança, Métodos de Ensaios e Aceitação

1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.1 O Sistema de Ventilação deve ser especificado quanto às exigências de segurança e resistência ao funcionamento e constituídos de materiais não permeáveis;

1.2 Na configuração de montagem final o Sistema de Ventilação deve possuir saídas livres com área unitária transversal mínima equivalente a 450 mm^2;

1.3 Na configuração de montagem final o Sistema de Ventilação deve permitir o acesso aos Dispositivos de Acionamento Manual ou Automático da válvula do cilindro sem interferir no torque máximo de abertura e fechamento permissível de 6 Nm;

1.4 As especificações dos componentes do Sistema de Ventilação são de responsabilidade do fabricante e devem atender os requisitos de compatibilidade com o GNV e das condições de operação à que estão submetidos.

2 DOCUMENTOS E VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

2.1 Deve ser apresentado pelo fabricante o memorial descritivo com as especificações dos componentes e instruções de aplicação, operação e montagem indicando o tipo conforme indicado na Tabela I e nas Figuras I e II.

Tabela I

TIPO	Aplicação em Válvula de Cilindro
I	Do tipo Ventilada (Figura I)
II	Do tipo Não Ventilada (Figura II)

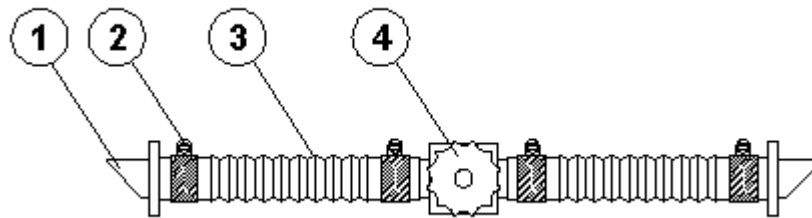
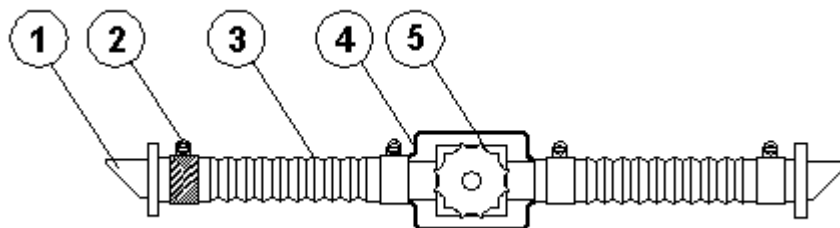
Figura I

1 – Flange
2 – Elemento de Fixação
3 – Duto Flexível
4 – Válvula de Cilindro do Tipo I (Ventilada)

Figura II

1 – Flange
2 – Elemento de Fixação
3 – Duto Flexível
4 – Invólucro
5 – Válvula de Cilindro do Tipo II (Não Ventilada)

3 ENSAIOS

Deve atender aos requisitos definidos neste regulamento para os seguintes ensaios, onde aplicáveis.

n. Estanqueidade;
o. Resistência a Corrosão (apenas para componentes metálicos)
p. Resistência a Torque Excessivo (apenas para componentes roscados)
q. Envelhecimento por Oxigênio
r. Imersão de Material Sintético Não-Metálico
s. Resistência a Vibração (apenas para sistemas metálicos)
t. Aderência (“Pull-Off”)

Os ensaios aplicáveis para cada componente conforme suas concepções estão descritos na TABELA II deste anexo.

Tabela II

ENSAIOS APLICÁVEIS	
Componente	**Ensaios**
Sistema na configuração de montagem	a, f, g
Flange em Aço C	b
Flange em material termoplástico	d, e
Elemento de Fixação	b, c
Duto Flexível	d, e
Invólucro (1)	d, e
(1) Para os Sistemas de Ventilação do Tipo I a Válvula de Cilindro deve atender os Requisitos do ANEXO A deste Regulamento Técnico	

Notas:

4) Os ensaios onde as temperaturas não sejam especificadas deverão ser realizados à temperatura ambiente.
5) Todos os ensaios devem ser realizados com amostragem definida segundo requisitos da NBR 5426.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS

3.1 Estanqueidade

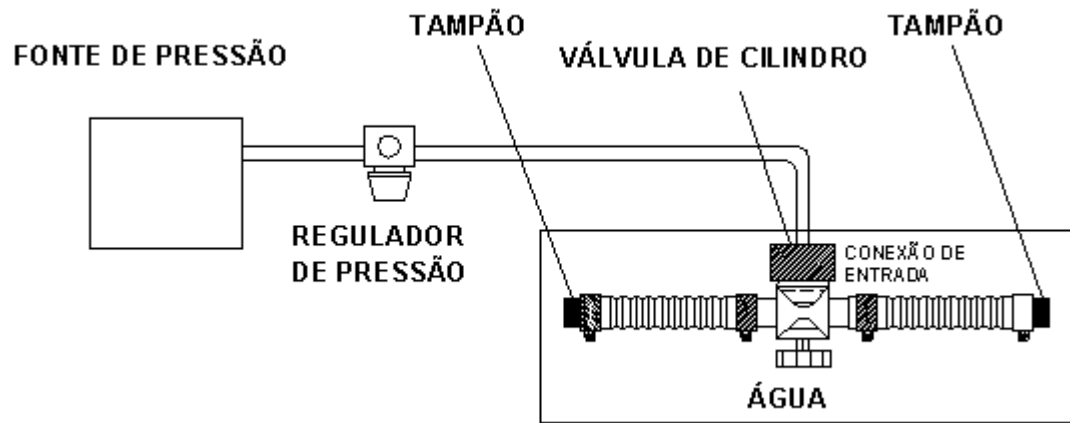
Para este ensaio devem ser utilizados Ar, Nitrogênio ou Gás Natural como fluidos de teste.

3.1.1 Estanqueidade em Sistemas de Ventilação do Tipo I

Para a realização do ensaio o fabricante deve fornecer a Válvula de Cilindro Ventilada para o qual o Sistema foi projetado.

3.1.1.1 Dispositivo de Ensaio

Utilizando todos os componentes de Sistema de Ventilação, executar a montagem conforme as instruções do fabricante no dispositivo de ensaio da Figura III. As conexões para tamponamento devem possuir o mesmo diâmetro nominal de ataque aos flanges. A conexão de entrada para a fixação da Válvula de Cilindro deve possuir rosca no padrão ¾ “ NGT – 14 f.p.p.

Figura III

3.1.1.2 Condicionamento da amostra

Os condicionamentos devem ser realizados com a amostra continuamente submetida às temperaturas especificadas conforme a Tabela III.

Tabela III

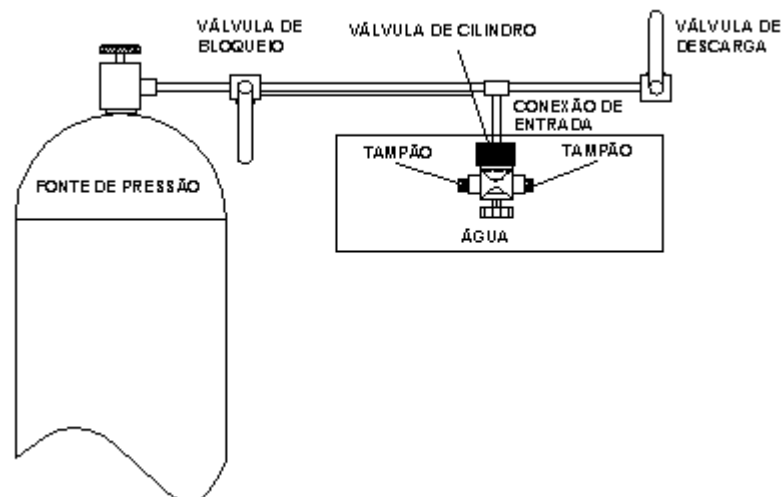
Tipo de Ensaio	Temperaturas (^{o}C)	Pressões de Ensaio (MP_a)
Temperatura Ambiente	15 a 25	0,05
Alta Temperatura	85 $\pm$ 5%	0,05
Baixa Temperatura	-20 $\pm$ 5%	0,05

3.1.1.3 Execução do Ensaio

Em cada condição de temperatura e pressão especificada na Tabela III, a amostra deve ser submersa em água ou outro meio adequado por um período mínimo de 2 minutos na posição Aberta e observar a ocorrência de vazamentos.

3.1.1.3.1 Ensaio da Válvula Ventilada

Este ensaio deve ser realizado com a Válvula de Cilindro submetida a 22,0 MP_a à temperatura ambiente conforme o dispositivo de ensaio da Figura IV.

Figura IV

3.1.1.3.1.1 Com a Válvula de Cilindro na posição Aberta, fechar a Válvula de Descarga, abrir a Válvula de Bloqueio e submeter à amostra à pressão de 22,0 MP_a durante 2 minutos e observar a ocorrência de vazamentos.

3.1.2.3.1.2 Fechar a Válvula de Bloqueio e abrir a Válvula de Descarga para despressurizar a linha.

3.1.2.3.1.3 Com a Válvula de Cilindro na posição fechada, fechar a Válvula de Descarga, abrir a Válvula de Bloqueio e submeter à amostra à pressão de 22,0 MP_a durante 2 minutos e observar a ocorrência de vazamentos.

3.1.1.4 Aceitação
Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar vazamento superior a 20 cm^3/h ou apresentar bolhas.

3.1.2 Estanqueidade em Sistemas de Ventilação do Tipo II

3.1.2.1 Dispositivo de Ensaio
Utilizando todos os componentes de Sistema de Ventilação, executar a montagem conforme as instruções do fabricante no dispositivo de ensaio da Figura V. As conexões para tamponamento devem possuir o mesmo diâmetro nominal de ataque aos flanges. A conexão de entrada para a fixação do invólucro deve possuir o mesmo diâmetro nominal do pescoço do cilindro.de GNV.

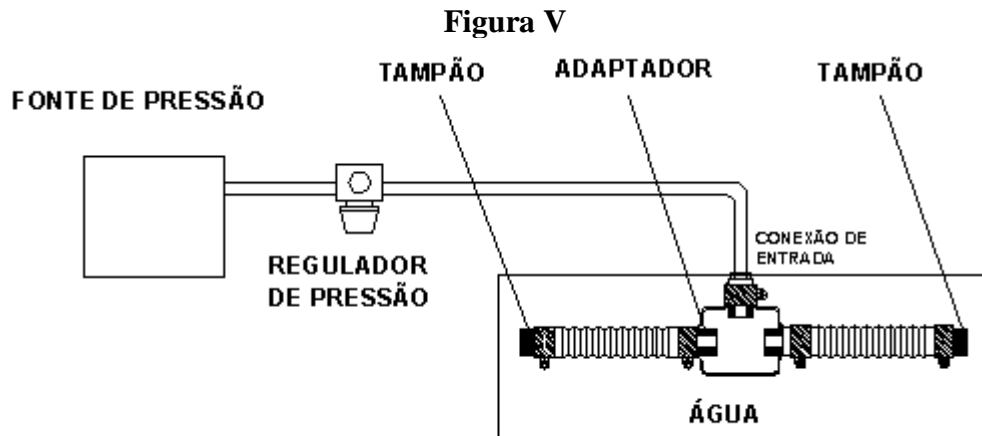



Figura V

3.1.2.2 Condicionamento da amostra
conforme item 3.1.1.2 deste anexo.

3.1.2.3 Execução do Ensaio

3.1.2.3.1 Ensaio do Sistema na configuração de montagem
Em cada condição de temperatura e pressão especificada na Tabela III, a amostra deve ser submersa em água ou outro meio adequado por um período mínimo de 2 minutos e observar a ocorrência de vazamentos.

3.1.2.4 Aceitação
Em quaisquer das condições a amostra não deve apresentar vazamento superior a 20 cm^3/h ou apresentar bolhas.

3.2 Resistência a Corrosão

A amostra deve ser submetida a ensaio em ambiente de névoa salina conforme o seguinte procedimento:

3.2.1 Acomodar a amostra no interior da câmara de ensaio e submetê-la ao ensaio de névoa salina por um período de 96 horas.

3.2.2 Manter a temperatura no interior da câmara de névoa salina entre 33^o C e 36^o C.

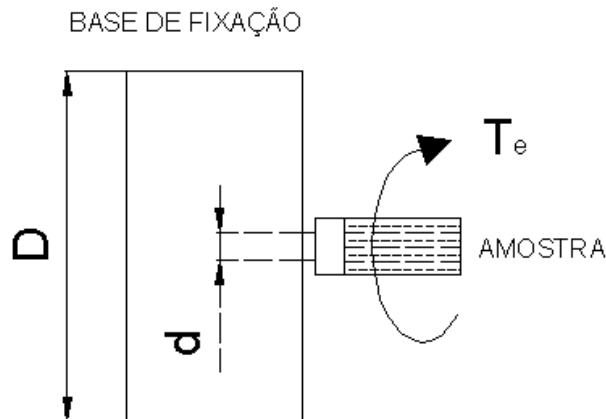
3.2.3 A solução salina consiste de 5% de Cloreto de Sódio e 95% de água destilada, em massa.

3.2.4 Imediatamente após o término da exposição à névoa salina a amostra deve ser cuidadosamente limpa com a remoção dos depósitos de sais. A amostra não deve apresentar evidências de pontos de corrosão vermelha na superfície de base com área maior do que 5% da área total exposta.

3.3 Resistência a Torque Excessivo

O componente projetado para ser conectado através de conexões rosqueadas deve resistir a torques de fixação de no mínimo 150% do torque de fixação especificado pelo fabricante.

3.3.1 O ensaio deve ser realizado conforme o dispositivo de ensaios e dimensões da Figura VI

Figura VI

onde**:**

T_f = Torque especificado pelo fabricante
T_e = Torque de ensaio
$D \geq 5d$
$T_e \geq 1{,}5.\ T_f$

3.3.2 A base de Fixação do dispositivo de ensaio deve ser constituída de material com resistência mecânica igual ou superior à da amostra ensaiada.

3.3.3 O Torque T_e deve ser aplicado por um período mínimo de 15 minutos. Após o período de aplicação do torque de ensaio, remover a amostra e examiná-la quanto à existência de deformações ou rupturas.

3.3.4 Após o ensaio a amostra deve atender aos requisitos de Estanqueidade prescritos no item 3.1 deste Anexo.

3.4 Envelhecimento por Oxigênio

Todas as partes sintéticas ou não metálicas dos componentes com finalidade de vedação do combustível cujos fabricantes não apresentem declaração de conformidade satisfatória quando expostos a oxigênio devem ter amostras representativas ensaiadas conforme o procedimento descrito neste anexo. As amostras não devem apresentar evidências visíveis de degradação quando expostas ao oxigênio por 96 horas, à temperatura de 70 ^{o}C e pressão de 2 MPa (20 bar).

3.5 Resistência a Hidrocarbonetos dos Componentes Não-Metálicos

3.5.1 Um componente não metálico utilizado como parte de um conjunto, cujo fabricante não apresente relatórios de ensaios do material, deverá ser submetido ao ensaio de resistência a hidrocarbonetos.

3.5.2 Um componente não metálico que na aplicação esteja exposto a gás natural não deve apresentar variações significativas de volume e ou massa quando submetido a ensaios conforme o seguinte procedimento:

3.5.2.1 Realizar medições para determinação da massa e do volume em amostras do componente a ser ensaiado.

3.5.2.2 Introduzir as amostras numa câmara, conforme a Figura VII, nas condições de ensaio descritas na Tabela VI.

Figura VII

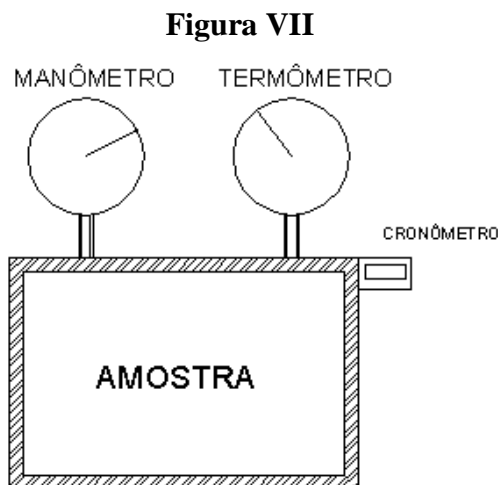



Tabela IV

Fluido no Interior da Câmara	Pressão no interior da Câmara	Período de Exposição (Mínimo)
Gás Natural	20 MP_a	70 horas

3.5.2.3 Após o período mínimo de exposição retirar as amostras da câmara de ensaio e verificar as dimensões das amostras.

3.5.2.4 Após o ensaio as amostras não devem apresentar dilatação volumétrica maior do que 25% ou retração volumétrica maior do que 1% em relação ao volume inicial. A variação de massa não deve exceder a 10%.

3.6 Vibração

3.6.1 A amostra deve ser submetida a ensaio de vibração conforme o seguinte procedimento:

3.6.1.1 Fixar a amostra no dispositivo de ensaio e submetê-la a vibrações por um período de 2 horas com freqüência de 17 Hz amplitude de 1,5 mm em cada um dos três eixos de orientação.

3.6.1.2 Após o período completo de 6 horas dos ensaios descritos no item 3.6.1.1, a amostra deve ser submetida ao ensaio de Estanqueidade prescrito no item 3.1 deste Anexo.

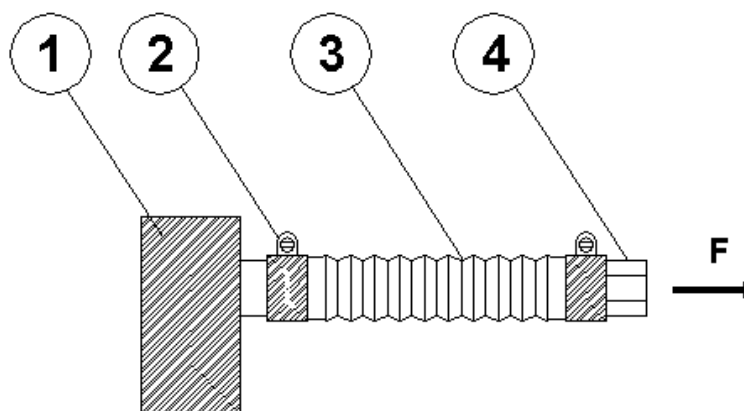
3.7 Aderência ("Pull-Off")

3.7.1 Procedimento de ensaio

3.7.1.1 Os componentes devem ser montados e fixados conforme as especificações do fabricante no dispositivo de ensaio específico para o Tipo a ser ensaiado conforme itens 3.1.1.1 ou 3.1.2.1.

3.7.1.2 Os adaptadores para fixação do Duto Flexível devem possuir diâmetros nominais externos equivalentes aos diâmetros nominais das conexões fornecidas pelo fabricante.

3.7.1.3 Os componentes devem ser montados no dispositivo de ensaio da Figura VIII.

Figura VIII

Onde:
1 – Base de Fixação
2 – Elementos de Fixação
3 – Duto Flexível
4 – Conexão de Tração
F = Carga de Tração aplicada (N)
F_S = Carga de Separação aplicada (N)

3.7.1.4 Aplicar uma carga de tração (F) na extremidade livre da amostra a uma taxa máxima de 100 N/min até ocorrer à separação da amostra em relação ao dispositivo de ensaio e registrar a Carga de Separação (F_S).

3.7.2 Aceitação

$$F_S \geq F$$

4 ACEITAÇÃO

As amostras ensaiadas devem atender a todos os ensaios descritos no item 2.
Para rejeição aplicar os requisitos da NBR 5426.